بِسْمِ اللّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علماً، واجعل هذا العمل خالصاً لوجهك الكريم".

مقدمة

هذا العمل هو ترجمة وشرح مبسط للمواصفة القياسية الأمريكية **ASTM D1883** الخاصة باختبار نسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) للتربة المدموكة معملياً .تُعد هذه المواصفة حجر الزاوية في هندسة الطرق والمطارات ؛ فهي التي تحدد قوة وتحمل مواد طبقات التأسيس Subgrade وطبقات تحت الأساس Subbase وطبقة الأساس Base Course من خلال هذا الاختبار، يتمكن المهندس المصمم من تحديد سمك طبقات الرصف المطلوبة لضمان استقرار الطريق تحت الأحمال المرورية المختلفة.

وقد تم إعداد هذا الملف من خلال منصة القصبي للمواصفات الهندسية ليكون دليلاً شاملاً يجمع بين العلم النظري والخبرة العملية، وذلك من خلال:

- ترجمة دقيقة ومعتمدة :لكافة بنود المواصفة بأسلوب هندسي واضح يسهل فهم المتطلبات العالمية.
- شرح لتبسيط أعقد النقاط الفنية وربط الكود بواقع الشغل اليومي داخل المعمل.
- تكات فنية للمحترفين :توضح الأسرار المخفية في تجهيز القوالب، وعمليات الغمر، ومعايرة الأجهزة لضمان دقة النتائج.
- أمثلة تطبيقية شاملة :تشرح خطوات الحسابات بالأرقام، من حساب الكثافة والانتفاش وحتى استخراج قيمة ال CBR النهائية.
- تنسيق احترافي :يساعد المهندس والفني على سرعة استخراج المعلومة وتطبيقها بدقة.

محتوى الملف:

- ترجمة المواصفة بنداً ببند :تغطي كل جوانب الاختبار من البداية وحتى التقرير النهائي.
- شروحات مبسطة :لكل بند لضمان استيعاب الهدف الفني من كل خطوة.
- الفرق بين طرق الدمك :توضيح التعامل مع الجهد القياسي ASTM D698 والجهد المعدل ASTM D1557
- معايير الغمر والانتفاش Swell: شرح كيفية محاكاة أسوأ ظروف التشبع بالماء التي قد يواجهها الطريق.
- تصحيح منحنى الإجهاد والاختراق :كيفية معالجة عيوب السطح وتعديل نقطة الصفر بيانياً.
- جداول المعايرة والتحويلات :تشمل تحويل الوحدات بين النظامين الدولي والأمريكي بدقة.

نسأل الله أن يكون هذا العمل عوناً للمهندسين والفنيين وطلاب العلم في فهم هذه المواصفات الفنية وتطبيقها بأعلى معايير الجودة، وأن يجعله خالصاً لوجه الكريم.

أخوكم في الله

محمد القصبي

Designation: D1883 – 16

Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils[1]

طريقة الاختبار القياسية لنسبة تحمل كاليفورنيا (CBR) للتربة المضغوطة معمليا

1. Scope*

1.1 This test method covers the determination of the California Bearing Ratio (CBR) of pavement subgrade, subbase, and base course materials from laboratory compacted specimens. The test method is primarily intended for, but not limited to, evaluating the strength of materials having maximum particle size less than ¾ in. (19 mm).

بند رقم ١,١ – الترجمة

تغطي طريقة الاختبار هذه تعيين نسبة تحمل كاليفورنيا California Bearing Ratio CBR لمواد طبقة التأسيس والطبقة تحت الأساس وطبقة الأساس للرصف من خلال عينات مدموكة في المختبر وتهدف طريقة الاختبار هذه بشكل أساسي ولكن لا تقتصر على تقييم قوة المواد التي يكون الحد الأقصى لمقاس حبيباتها أصغر من ١٩,٠ ملليمتر أي ٤/٣ بوصة

بند رقم ١,١ – الشرح

البند ده يا هندسة هو البداية اللي بتعرفنا إحنا بنعمل اختبار ال CBR ليه وأصلاً الاختبار ده معمول لمين. الفكرة ببساطة إننا عاوزين نقيس مدى قوة وتحمل طبقات السكة اللي بنمشي عليها سواء كانت تربة طبيعية اللي بنسميها الساب جريد أو طبقات الساب بيز والبيز كورس اللي بنحطها تحت الأسفلت. الاختبار ده بيتم في المعمل على عينات بنجهزها ندمكها يدوي أو ميكانيكي مش في الموقع. وخلي بالك يا هندسة المواصفة دي محددة شرط مهم وهو إن مقاس الحبيبات في التربة بتاعتك ميزيدش عن ١٩,٠ ملليمتر اللي هي ال ٤/٣ بوصة. طيب لو الركام عندك أكبر من كده؟ بنعمل له عملية استبعاد أو تبديل حسب ما المواصفة بتقول في بنود تانية عشان العينة تنفع تدخل القالب بتاع الاختبار وتطلع نتائج دقيقة نقدر نعتمد عليها في التصميم الإنشائي للطريق. يعني من الآخر الاختبار ده هو المقياس اللي بيقول لنا التربة دي هتستحمل الدك وحمل العربيات اللي هتمشي فوقيها ولا هتنهار وتتعبنا. وتقدر تلاقي تفاصيل المواصفة رقم ASTM D1557 الخاصة بدمك التربة مشروحة بالكامل على منصة القصبي

1.2 When materials having a maximum particle size greater than ¾ in. (19 mm) are to be tested, this test method provides for modifying the gradation of the material so that the material used for testing all passes the ¾-in. (19-mm) sieve while the total gravel fraction (material passing the 3-in. (75-mm) sieve and retained on the No. 4 (4.75-mm) sieve) remains the same. While traditionally this method of specimen preparation has been used to avoid the error inherent in testing materials containing large particles in the CBR test apparatus, the modified material may have significantly different strength properties than the original material. However, a large experience database has been developed using this test method for materials for which the gradation has been modified, and satisfactory design methods are in use based on the results of tests using this procedure.

بند رقم ١,٢ – الترجمة

عندما يراد اختبار المواد التي يزيد الحد الأقصى لمقاس حبيباتها عن ١٩,٠ ملليمتر أي ٤/٣ بوصة توفر طريقة الاختبار هذه تعديلاً للتدرج الحبيبي للمادة بحيث تمر جميع المواد المستخدمة في الاختبار من منخل ٤/٣ بوصة ١٩,٠ ملليمتر مع بقاء إجمالي كسر الحصى وهو المواد المارة من منخل ٣ بوصة ٧٥,٠ ملليمتر والمحجوزة على منخل رقم ٤ أي ٤,٧٥ ملليمتر كما هي. وبينما تم استخدام طريقة تحضير العينات هذه تقليدياً لتجنب الخطأ المتأصل في اختبار المواد التي تحتوي على حبيبات كبيرة في جهاز اختبار CBR إلا أن المادة المعدلة قد يكون لها خصائص قوة مختلفة بشكل ملحوظ عن المادة الأصلية. ومع ذلك فقد تم تطوير قاعدة بيانات خبرة كبيرة باستخدام طريقة الاختبار هذه للمواد التي تم تعديل تدرجها وتوجد طرق تصميم مرضية قيد الاستخدام بناءً على نتائج الاختبارات باستخدام هذا الإجراء.

بند رقم ١,٢ – الشرح

عشان نفهم الحتة دي يا هندسة لازم نعرف إن قالب ال CBR قطره صغير ٦ بوصة بس فلو حطينا فيه زلط كبير أكبر من ١٩,٠ ملليمتر النتائج هتضرب مننا وهتطلع غلط خالص. البند ده بيقول لك لو عندك عينة فيها سن أو حصى كبير هتعمل لها عملية تعديل تدرج يعني هتشيل اللي أكبر من ٤/٣ بوصة وتستبدله بوزن مساوي له من الحبيبات اللي بين منخل ٤/٣ بوصة ومنخل رقم ٤. الفكرة إنك بتحافظ على نسبة السن الكلية في العينة ثابتة عشان متأثرش على قوة التربة بزيادة. خلي بالك يا هندسة المواصفة هنا صريحة جداً وبتقول لك إن العينة اللي إنت عدلتها دي قوتها ممكن تختلف عن التربة الأصلية اللي في الموقع بس إحنا مضطرين نعمل كده عشان الجهاز مبيقبلش غير المقاسات الصغيرة. وبتقول

D1557 وعارف التربة دي بتوصل لأعلى كثافة جافة Maximum Dry Density عند نسبة ميه كام اللي بنسميها نسبة الميه المثالية Optimum Moisture Content. المواصفة بتقول لك إنك بتجهز عينات ال CBR بتاعتك وتدمكها عند نسبة الميه دي أو في رينج قريب منها عشان تشوف قوة التربة وهي في أحسن حالاتها. وغالباً الاستشاري بيطلب منك تحقق نسبة دمج معينة ولتكن ٩٥٪ أو ١٠٠٪ من الكثافة العظمى اللي طلعتها من البروكتور. يعني يا هندسة ال CBR والبروكتور ماشيين إيد في إيد مفيش واحد فيهم يشتغل من غير التاني عشان تضمن إن القوة اللي قستها في المعمل هي اللي هتتنفذ فعلياً في الموقع تحت هرس الهراس.

لك متقلقش يا هندسة لأن المهندسين بقالهم سنين شغالين بالطريقة دي وعندهم خبرة كبيرة في تصميم الطرق بناءً على النتايج المعدلة دي والبيوت والطرق مبيحصلهاش حاجة.

1.3 Past practice has shown that CBR results for those materials having substantial percentages of particles retained on the No. 4 (4.75 mm) sieve are more variable than for finer materials. Consequently, more trials may be required for these materials to establish a reliable CBR.

بند رقم ١,٣ – الترجمة

أظهرت الممارسة السابقة أن نتائج اختبار CBR للمواد التي تحتوي على نسب مئوية كبيرة من الحبيبات المحجوزة على منخل رقم ٤ أي ٤,٧٥ ملليمتر تكون أكثر تباينًا من المواد الناعمة. وبناءً على ذلك قد يتطلب الأمر إجراء المزيد من التجارب لهذه المواد لتحديد قيمة CBR موثوقة.

بند رقم ١,٣ – الشرح

خلي بالك يا هندسة الحتة دي فنية جداً ومهمة للي شغال بيده في المعمل. البند ده بيقول لك إن التربة الخشنة اللي فيها سن وزلط كتير محجوز على منخل رقم ٤ غالباً نتائجها بتطلع مش ثابتة يعني لو عملت الاختبار مرتين لنفس العينة ممكن تلاقي فرق كبير في الأرقام. ليه بقى؟ عشان حبات السن الكبيرة دي توزيعها جوه القالب بيفرق وممكن حبة سن تيجي تحت إبرة الاختراق بالظبط فتدي رقم عالي أوي أو تبعد عنها فتدي رقم قليل. عكس التربة الناعمة اللي زي الرمل أو الطمي دي بتكون متجانسة ونتائجها مريحة. عشان كده الكود بينبهك يا هندسة لو لقيت النتائج بتخرف معاك في عينات السن والبيز كورس متعتمدش على تجربة واحدة بس. الأفضل إنك تعيد الاختبار وتعمل كذا عينة عشان تاخد المتوسط وتطلع برقم CBR صح وموثوق تعتمد عليه في تصميم السكة وما يحصلش هبوط في الطريق بعد كده.

1.4 This test method provides for the determination of the CBR of a material at optimum water content or a range of water content from a specified compaction test and a specified dry unit weight. The dry unit weight is usually given as a percentage of maximum dry unit weight determined by Test Methods D698 or D1557.

بند رقم ١,٤ – الترجمة

توفر طريقة الاختبار هذه تحديد نسبة CBR للمادة عند محتوى الرطوبة الأمثل أو عند نطاق من محتوى الرطوبة ناتج عن اختبار دمج محدد ووزن وحدة جافة محدد. وعادة ما يتم إعطاء وزن الوحدة الجافة كنسبة مئوية من أقصى وزن وحدة جافة يتم تحديده بواسطة طرق الاختبار D698 أو D1557.

بند رقم ١,٤ – الشرح

البند ده يا هندسة بيربط لنا شغل المعمل ببعضه. الفكرة ببساطة إنك مش بتعمل اختبار ال CBR على أي عينة وخلاص. إنت لازم الأول تكون عامل اختبار البروكتور اللي هو ASTM

1.5 The client requesting the test may specify the water content or range of water contents and the dry unit weight for which the CBR is desired.

بند رقم ١,٥ – الترجمة

يجوز للعميل الذي يطلب الاختبار تحديد محتوى الرطوبة أو نطاق من محتويات الرطوبة ووزن الوحدة الجافة الذي يراد عنده تعيين قيمة CBR

بند رقم ١,٥ – الشرح

البند ده يا هندسة بيقول لك إن الاستشاري أو المالك هو اللي بيمشي الليلة في اختيار ظروف العينة. يعني مش دايماً هنشتغل على الكثافة العظمى والمية المثالية وخلاص. ساعات العميل يطلب منك يا هندسة تختبر التربة عند رطوبة عالية شوية عشان يحاكي ظروف المطر أو غرق الموقع بالمية. أو ممكن يقول لك أنا عاوز ال CBR عند نسبة دمك ٩٥٪ بس مش ١٠٠٪ عشان يشوف أضعف حالة ممكن الطريق يوصل لها. فإنت كمهندس معمل لازم تلتزم بالقيم اللي باعتها لك الاستشاري في طلب الاختبار سواء كانت نسبة مية معينة أو كثافة جافة محددة. المهم إنك بتجهز العينات بتاعتك في القوالب وتوصلها للوزن والمية اللي هو طالبهم بالظبط وتشوف هتتحمل حمل المكبس قد إيه.

1.6 Unless specified otherwise by the requesting client, or unless it has been shown to have no effect on test results for the material being tested, all specimens shall be soaked prior to penetration.

بند رقم ١,٦ – الترجمة

ما لم يحدد العميل طالب الاختبار خلاف ذلك أو ما لم يثبت أن الغمر ليس له تأثير على نتائج الاختبار للمادة التي يتم اختبارها فيجب غمر جميع العينات في الماء قبل إجراء عملية الاختراق

بند رقم ١,٦ – الشرح

البند ده يا هندسة بيتكلم عن أهم خطوة بتعمل قلق في المعمل وهي غمر العينة في المية. القاعدة الثابتة هنا إن أي عينة CBR لازم تتغمر في المية لمدة ٤ أيام كاملة يعني ٩٦ ساعة قبل ما نحطها تحت المكبس. ليه بنعمل كده؟ عشان نحاكي أسوأ حالة ممكن التربة توصل لها لما الدنيا تمطر أو يحصل تسريب مية تحت الأسفلت ونشوف التربة دي هتنفش قد إيه

المرجع الأساسي لو حصل خلاف. وخلي بالك يا هندسة لو سجلت نتايجك في التقرير النهائي بالكيلو جرام أو المليمتر مفيش أي مشكلة والاستشاري ميرفضش العينة لأن المواصفة بتسمح بده عادي ومش بتعتبره مخالفة للمواصفة. أهم حاجة يا هندسة تكون دقيق في التحويل وموحد وحداتك في كل الحسابات عشان ال CBR يطلع رقم سليم في الآخر.

1.8.1 The gravitational system of inch-pound units is used when dealing with inch-pound units. In this system, the pound (lbf) represents a unit of force (weight), while the unit for mass is slugs. The slug unit is not given, unless dynamic (F = ma) calculations are involved.

بند رقم ١,٨,١ – الترجمة

يتم استخدام نظام الجاذبية لوحدات الإنش باوند عند التعامل مع وحدات الإنش باوند وفي هذا النظام يمثل الباوند lbf وحدة القوة أو الوزن بينما تكون وحدة الكتلة هي السلوج slug ولا يتم ذكر وحدة السلوج إلا إذا كانت هناك حسابات ديناميكية تتعلق بالقانون F = ma

بند رقم ١,٨,١ – الشرح

البند ده يا هندسة بيوضح نقطة فنية في الحسابات ممكن تلخبط ناس كتير. الفكرة ببساطة إن في النظام الأمريكي اللي المواصفة ماشية بيه كلمة باوند lb بنستخدمها عشان نعبر عن الوزن أو القوة اللي بنضغط بيها على العينة ودي بنسميها lbf. طيب والكتلة؟ المواصفة بتقول إن الكتلة وحدتها السلوج slug بس إنت يا هندسة مش هتشوف الوحدة دي خالص في تقارير المعمل ولا هتحتاجها في حسابات ال CBR العادية لأننا بنتعامل مع أوزان وأحمال استاتيكية ثابتة مش بنحسب حركة أو تسارع. يعني من الآخر يا هندسة لما تلاقي مكتوب ١٠ باوند في المواصفة اعتبرها هي الوزن اللي هتحطه فوق العينة وما تشغلش بالك بموضوع السلوج ده خالص إلا لو دخلت في حسابات القوة والديناميكا اللي هي F = ma ودي مش قصتنا في اختبار ال CBR الروتيني. الهدف من البند ده بس إنه يثبت المسميات عشان لما تعوض في أي معادلة تكون عارف إن الباوند هنا هو قوة مش كتلة.

الهدف من المعادلة F = ma هو حساب القوة الناتجة عن كتلة بتتحرك بتسارع معين

F هي القوة

M هي الكتلة

A هي العجلة أو التسارع

F = m * a

1.8.2 The slug unit of mass is almost never used in commercial practice; that is, density, balances, etc. Therefore, the standard unit for mass in this standard is either kilogram (kg) or gram (g), or both. Also, the equivalent inch-pound unit (slug) is not given/presented in parentheses.

بند رقم ١,٨,٢ – الترجمة

تقريباً لا يتم استخدام وحدة السلوج slug للتعبير عن الكتلة في الممارسة التجارية أي في حساب الكثافة أو الموازين وغيرها

وقوتها هتقل لحد فين وهي غرقانة مية. الاستثناء الوحيد للقاعدة دي هو إن الاستشاري يطلب منك صراحة تختبر العينة وهي ناشفة Unsoaked أو إنك تكون شغال في مادة مبيأثرش فيها الغمر خالص زي السن النضيف اللي مفيش فيه بودرة. بس خلي بالك يا هندسة الأصل في المواصفة هو الغمر عشان نضمن إن الطريق مش هيهبط أول ما يشم المية.

1.7 For the determination of CBR of field in-place materials, see Test Method D4429.

بند رقم ١,٧ – الترجمة

من أجل تعيين قيمة CBR للمواد في الموقع انظر طريقة الاختبار D4429

بند رقم ١,٧ – الشرح

البند ده يا هندسة بيفصل بين شغل المعمل وشغل الموقع. المواصفة اللي إحنا شغالين فيها دي ASTM D1883 معمولة مخصوص عشان العينات اللي بنجهزها وندمكها في القوالب جوه المعمل. لكن لو إنت واقف في الموقع يا هندسة وعاوز تقيس قوة طبقة التأسيس أو البيز كورس وهي في مكانها الطبيعي من غير ما تاخد منها عينات وتدمكها تاني يبقى لازم تروح لمواصفة تانية خالص وهي ASTM D4429. الاختبار ده بنسميه ال Field CBR وفي الغالب بنحتاج فيه لودر أو معدة تقيلة عشان نسند عليها المكبس وإحنا بنخترق الأرض في مكانها. يعني يا هندسة لو الاستشاري طلب منك اختبار في الموقع مباشرة متنفعش تطبق عليه بنود المواصفة دي وتروح فوراً للمواصفة المخصصة للشغل الموقع جرب ده وشوف الفرق.

1.1 *Units*—The values stated in inch-pound units are to be regarded as standard. The SI units given in parentheses are mathematical conversions, which are provided for information purposes only and are not considered standard. Reporting of test results in units other than inch-pound units shall not be regarded as nonconformance with this test method.

بند رقم ١,٨ – الترجمة

الوحدات تعتبر القيم المذكورة بوحدات الإنش باوند هي المعيار القياسي أما وحدات النظام الدولي SI الموضحة بين قوسين فهي تحويلات رياضية تم تقديمها لأغراض معلوماتية فقط ولا تعتبر معياراً قياسياً ولا يعتبر الإبلاغ عن نتائج الاختبار بوحدات غير وحدات الإنش باوند عدم امتثال لطريقة الاختبار هذه

بند رقم ١,٨ – الشرح

البند ده يا هندسة بيفهمنا لغة الأرقام اللي هنمشي بيها في الحسابات. الفكرة ببساطة إن المواصفة دي أمريكية فالأصل عندها هو وحدات البوصة والباوند والقدم. يعني لما تلاقي مكتوب ٦ بوصة لقطر القالب أو ١٠ باوند لوزن طارة التحميل دي هي الوحدات الأساسية اللي اتصمم عليها الاختبار. طيب والوحدات المترية اللي بنستخدمها في مصر زي السنتيمتر والكيلو جرام؟ المواصفة بتقول لك إن الأرقام اللي بين أقواس دي مجرد تحويل حسابي عشان يسهل عليك الدنيا بس مش هي

بوحدة باوند على القدم المكعب lbm/ft3 مفيش حد يقدر يرفض شغلك أو يقول لك إنك مخالف للمواصفة. المواصفة هنا مرنة وعارفة إن أغلب الموازين والأجهزة اللي في السوق شغالة بالباوند العادي فبتقول لك اشتغل وطلع نتايجك عادي ومتقلقش من قصة الفرق بين الكتلة والقوة دي في حسابات الكثافة اليومية.

1.8.4The terms density and unit weight are often used interchangeably. Density is mass per unit volume whereas unit weight is force per unit volume. In this standard, density is given only in SI units. After the density has been determined, the unit weight is calculated in SI or inch-pound units, or both.

بند رقم ١,٨,٤ – الترجمة

غالباً ما يتم استخدام مصطلحي الكثافة ووزن الوحدة بشكل متبادل حيث أن الكثافة هي الكتلة لكل وحدة حجم بينما وزن الوحدة هو القوة لكل وحدة حجم وفي هذه المواصفة يتم إعطاء الكثافة بوحدات النظام الدولي SI فقط وبعد تحديد الكثافة يتم حساب وزن الوحدة بوحدات النظام الدولي أو وحدات الإنش باوند أو كليهما

بند رقم ١,٨,٤ – الشرح

البند ده يا هندسة بيصحح مفهوم بنقع فيه كلنا في المعمل وهو الخلط بين الكثافة Density ووزن الوحدة Unit Weight. الفكرة ببساطة إن الكثافة هي كتلة شوية التربة اللي ماليين القالب بالنسبة لحجمهم ودي المواصفة هنا متمسكة إنها تتكتب بالكيلوجرام على المتر المكعب. أما وزن الوحدة فده بيعبر عن قوة جذب الأرض للكتلة دي بالنسبة للحجم. المواصفة بتقول لك إحنا في الشغل بنمشيها وبنقول على الاتنين كثافة وخلاص بس لو عاوز تكون برنس في حساباتك جيب الكثافة الأول بالوحدات المترية وبعدين حولها لوزن وحدة سواء بالنيوتن أو بالباوند لكل قدم مكعب. يعني يا هندسة لما تخلص وزن القالب وتطرح منه وزن الحديد اللي هو وزن القالب فاضي اقسم الكتلة الصافية على حجم القالب عشان تطلع الكثافة وبعدين اضرب في عجلة الجاذبية لو محتاج وزن الوحدة بس في الأغلب إحنا بنكتفي بالكثافة عشان نطلع نسبة الدمك المطلوبة.

الهدف من الحسابات دي هو التحويل بين الكتلة والوزن

الوزن يساوي الكتلة مضروبة في عجلة الجاذبية

$W = m * g$

حيث W هو الوزن

M هي الكتلة

G هي عجلة الجاذبية وهي ٩,٨١ متر على الثانية تربيع

مثال عملي

لو عندك كتلة تربة في القالب ٤,٥ كيلوجرام وحجم القالب ٠,٠٠٢١٢٤ متر مكعب

الكثافة = ٤,٥ / ٠,٠٠٢١٢٤ = ٢١١٨,٦ كيلوجرام لكل متر مكعب

وزن الوحدة = ٢١١٨,٦ * ٩,٨١ = ٢٠٧٨٣,٥ نيوتن لكل متر مكعب

3

ولذلك فإن الوحدة القياسية للكتلة في هذه المواصفة هي إما الكيلوجرام kg أو الجرام g أو كلاهما كما أن وحدة الإنش باوند المكافئة للكتلة السلوج لا يتم ذكرها أو عرضها بين قوسين

بند رقم ١,٨,٢ – الشرح

البند ده يا هندسة بيريحهالك خالص وبيقول لك انسى موضوع السلوج ده نهائي في شغلك العملي. الفكرة ببساطة إن مفيش حد بيروح يشتري ميزان للمعمل بيقيس بالسلوج ولا فيه حسابات كثافة بتطلع بالوحدة دي في الواقع. عشان كده المواصفة اعتمدت الوحدات اللي إحنا عارفينها وشغالين بيها في الموازين وهي الجرام والكيلوجرام عشان دي الوحدات العملية اللي بنوزن بيها عينة التربة ونحسب بيها كثافة القالب. يعني يا هندسة لما تيجي توزن العينة عشان تحسب محتوى الرطوبة أو توزن القالب عشان تجيب الكثافة الرطبة هتستخدم الجرام أو الكيلوجرام عادي جداً والمواصفة مش هتكتب لك السلوج بين قوسين لأنها عارفة إنها وحدة مش دارجة في المعامل التجارية ولا هتنفعك في وزن الميزان بتاعك.

1.1.1 It is common practice in the engineering/construction profession, in the United States, to concurrently use pounds to represent both a unit of mass (lbm) and of force (lbf). This implicitly combines two separate systems of units; that is, the absolute system and the gravitational system. It is scientifically undesirable to combine the use of two separate sets of inchpound units within a single standard. As stated, this standard includes the gravitational system of inch-pound units and does not use/present the slug unit for mass. However, the use of balances or scales recording pounds of mass (lbm) or recording density in lbm/ft shall not be regarded as nonconformance with this standard.

بند رقم ١,٨,٣ – الترجمة

من الممارسات الشائعة في مهنة الهندسة والإنشاءات في الولايات المتحدة استخدام الباوند للتعبير عن كل من وحدة الكتلة lbm ووحدة القوة lbf في آن واحد وهذا يدمج ضمنياً بين نظامين منفصلين للوحدات وهما النظام المطلق ونظام الجاذبية ومن غير المرغوب فيه علمياً الجمع بين مجموعتين منفصلتين من وحدات الإنش باوند داخل مواصفة واحدة وكما ذكرنا تتضمن هذه المواصفة نظام الجاذبية لوحدات الإنش باوند ولا تستخدم وحدة السلوج للتعبير عن الكتلة ومع ذلك فإن استخدام الموازين أو المقاييس التي تسجل الباوند ككتلة lbm أو تسجيل الكثافة بوحدة lbm/ft3 لا يعتبر عدم امتثال لهذه المواصفة

بند رقم ١,٨,٣ – الشرح

خلي بالك يا هندسة من اللخبطة دي عشان الحتة دي علمية شوية بس تطبيقها سهل. الفكرة ببساطة إن الجماعة الأمريكيين في المواقع بيستخدموا كلمة باوند lb للوزن وللكتلة في نفس الوقت وده علمياً مش أصح حاجة لأن المفروض فيه فرق بين الكتلة اللي هي lbm والقوة اللي هي lbf. المواصفة هنا بتقول لك أنا عارفة إن ده بيحصل وإنه غلط نخلط النظامين ببعض بس إحنا هنمشيها. يعني لو الميزان اللي عندك في المعمل بيطلع الوزن بالباوند وأنت سجلت الكثافة في التقرير

1.9All observed and calculated values shall conform to the guidelines for significant digits and rounding established in Practice D6026.

بند رقم ١,٩ – الترجمة

يجب أن تتوافق جميع القيم المرصودة والمحسوبة مع الإرشادات الخاصة بالأرقام المعنوية والتقريب المحددة في الممارسة القياسية D6026

بند رقم ١,٩ – الشرح

البند ده يا هندسة بيتكلم عن أمانة الأرقام ودقتها في المعمل. الفكرة ببساطة إنك لما بتيجي تقرأ ميزان أو ساعة قياس الاختراق (Dial Gauge) مش المفروض تكتب أرقام كتير ملهاش لازمة ولا تقرب بمزاجك. المواصفة بتقول لك ارجع لمواصفة التقريب العالمية D6026 عشان تعرف هتوقف الرقم لحد كام علامة عشرية. يعني يا هندسة لو الميزان بتاعك دقيق لغاية ٠,١ جرام ما ينفعش تروح إنت كاتب في التقرير رقم فيه تلات علامات عشرية من دماغك. وبرضه لما تيجي تحسب نسبة ال CBR النهائية لو طلعت معاك مثلاً ١٥,٢٣٤٪ بتقربها لأقرب رقم صحيح أو لأول علامة عشرية حسب ما الاستشاري طالب وحسب أصول التقريب الهندسي. خلي بالك يا هندسة إن كتر الأرقام العشرية مش شطارة دي ممكن تدي إيحاء بدقة وهمية مش موجودة أصلاً في الجهاز اللي بتستخدمه. فالتزم دايماً بعدد الأرقام المعنوية اللي بتحددها المواصفة عشان تقريرك يكون احترافي وشغلك سليم ١٠٠٪.

1.1.2 The procedures used to specify how data are collected/recorded or calculated in this standard are regarded as the industry standard. In addition they are representative of the significant digits that generally should be retained. The procedures used do not consider material variation, purpose for obtaining the data, special purpose studies, or any considerations for the user's objectives, and it is common practice to increase or reduce significant digits of reported data to be commensurate with these considerations. It is beyond the scope of this standard to consider significant digits used in analytical methods for engineering design.

بند رقم ١,٩,١ – الترجمة

تعتبر الإجراءات المستخدمة لتحديد كيفية جمع البيانات أو تسجيلها أو حسابها في هذه المواصفة هي المعيار القياسي في الصناعة بالإضافة إلى ذلك فهي تمثل الأرقام المعنوية التي يجب الاحتفاظ بها بشكل عام ولا تأخذ الإجراءات المستخدمة في الاعتبار تباين المواد أو الغرض من الحصول على البيانات أو الدراسات الخاصة أو أي اعتبارات لأهداف المستخدم ومن الممارسات الشائعة زيادة أو تقليل الأرقام المعنوية للبيانات المبلغ عنها لتكون متناسبة مع هذه الاعتبارات ويقع خارج نطاق هذه المواصفة النظر في الأرقام المعنوية المستخدمة في الطرق التحليلية للتصميم الهندسي

بند رقم ١,٩,١ – الشرح

البند ده يا هندسة بيقول لك إن الأرقام اللي المواصفة بتطلبها هي الحد الأدنى اللي الصناعة اتفقت عليه عشان نضمن جودة الشغل. يعني لما المواصفة تقول لك سجل الوزن لأقرب جرام يبقى ده هو العرف اللي كلنا ماشيين عليه. بس خلي بالك يا هندسة المواصفة هنا بتديك "رخصة" إنك تشغل دماغك حسب الحالة اللي قدامك. يعني لو إنت بتعمل بحث علمي دقيق أوي ومحتاج دقة أعلى من اللي المواصفة طالباها تقدر تزود الأرقام العشرية براحتك. ولو بتعمل جسات سريعة لغرض استكشافي بس ممكن تقلل الدقة شوية. المهم إنك تكون عارف إن الدقة دي مرتبطة بالهدف من الاختبار. كمان المواصفة بتخلي مسؤوليتها من مرحلة التصميم وبتقول لك أنا وظيفتي أديك الرقم من المعمل بدقة معينة لكن المهندس المصمم اللي هياخد ال CBR ده يحسب بيه تخانة طبقات الرصف هو حر يقربه أو يستخدمه زي ما هو في معادلاته. فإنت يا هندسة في المعمل التزم باللي مكتوب في نماذج المنصة إلا لو الاستشاري طلب منك دقة سبيشيال لحالة معينة في الموقع.

1.2 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

بند رقم ١,١٠ – الترجمة

لا تنص هذه المواصفة على معالجة جميع مخاوف السلامة إن وجدت والمرتبطة باستخدامها ومن مسؤولية المستخدم لهذه المواصفة وضع ممارسات السلامة والصحة المناسبة وتحديد مدى إمكانية تطبيق القيود التنظيمية قبل الاستخدام

بند رقم ١,١٠ – الشرح

البند ده يا هندسة هو بند الأمان والسلامة المهنية وده تملي بتلاقيه في كل مواصفات ASTM. الفكرة ببساطة إن المواصفة بتقول لك أنا بعلمك إزاي تعمل الاختبار صح بس مش هعلمك إزاي تحمي نفسك وأنت شغال دي مسؤوليتك إنت يا بطل. يعني يا هندسة وأنت شغال في ال CBR خلي بالك من ضهرك وأنت بتشيل القوالب لأن وزنها تقيل جداً وهي مليانة تربة ومية وكمان خلي بالك وأنت بتتعامل مع المكبس الهيدروليكي وقوة الضغط العالية. لازم تلبس مهمات الوقاية بتاعتك زي السيفتي شوز عشان لو قالب وقع لا قدر الله والجوانتي عشان السن ميعوركش. المواصفة بتقول لك لازم المعمل عندك يكون فيه نظام حماية وصحة مهنية وتعرف القوانين اللي في بلدك بخصوص التعامل مع المواد والأجهزة دي قبل ما تبدأ شغل عشان سلامتك هي أهم حاجة في الموقع وفي المعمل.

2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*[2]

C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

D422 Test Method for Particle-Size Analysis of Soils (Withdrawn 2016)[3]

D653 Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids

D698 Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft^3 (600 kN-m/m^3))

D1557 Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft^3 (2,700 kN-m/m^3))

D2168 Practices for Calibration of Laboratory Mechanical-Rammer Soil Compactors

D2216 Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass

D2487 Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

D2488 Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure)

D3740 Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction

D4318 Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

D4429 Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place

D4753 Guide for Evaluating, Selecting, and Specifying Balances and Standard Masses for Use in Soil, Rock, and Construction Materials Testing

D6026 Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data

E11 Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves

بند رقم ١ – الترجمة

الوثائق المرجعية وتتضمن مواصفات ASTM التالية

C670 الممارسة القياسية لإعداد بيانات الدقة والانحياز لطرق اختبار مواد البناء

D422 طريقة اختبار تحليل حجم الحبيبات للتربة (مسحوبة عام ٢٠١٦)

D653 المصطلحات المتعلقة بالتربة والصخور والسوائل المحتواة

D698 طرق اختبار خصائص الدمك المختبري للتربة باستخدام الجهد القياسي

D1557 طرق اختبار خصائص الدمك المختبري للتربة باستخدام الجهد المعدل

D2168 ممارسات معايرة المدمك الميكانيكي للمختبر

D2216 طرق الاختبار المختبري لتعيين محتوى الماء (الرطوبة) للتربة والصخر بالكتلة

D2487 ممارسة تصنيف التربة للأغراض الهندسية (نظام تصنيف التربة الموحد)

D2488 ممارسة وصف وتعريف التربة (الإجراء البصري اليدوي)

D3740 الممارسة الخاصة بالحد الأدنى لمتطلبات الجهات العاملة في اختبار أو فحص التربة والصخور

D4318 طرق اختبار حد السيولة وحد اللدونة ومؤشر اللدونة للتربة

D4429 طريقة اختبار CBR للتربة في الموقع

D4753 دليل تقييم واختيار وتحديد الموازين والكتل القياسية للاختبارات

D6026 الممارسة الخاصة باستخدام الأرقام المعنوية في البيانات الجيوتقنية

E11 مواصفات مناخل الاختبار السلكية المنسوجة

بند رقم ١ – الشرح

البند ده يا هندسة هو "شجرة العيلة" بتاعة اختبار ال CBR. الفكرة ببساطة إن المواصفة دي مش شغالة لوحدها في الكون لا دي معتمدة على مواصفات تانية كتير عشان تكمل الصورة. يعني مثلاً يا هندسة عشان تطلع نتيجة CBR صح لازم تكون عارف التربة دي نوعها إيه (رمل ولا طين) وده هتلاقيه في D2487 و D2488 وعشان تدمك العينة صح لازم ترجع للبروكتور في D1557 أو D698. خلي بالك يا هندسة لو الميزان بتاعك مش مظبوط أو المناخل فيها مشكلة مش هتعرف تطلع نتيجة يعتمد عليها وعشان كده المواصفة بعتتك لـ D4753 للموازين و E11 للمناخل. حتى كتابة الأرقام والتقريب ليها مواصفة مخصوصة هي D6026. يعني من الآخر يا هندسة القائمة دي هي الدليل بتاعك لو وقفت في أي خطوة فنية أو حبيت تتأكد من دقة جهاز معين عندك في المعمل. والجميل إن أغلب المواصفات التقيلة دي زي البروكتور وحدود أتبرغ والمناخل هتلاقيها مشروحة بالتفصيل الممل على منصة القصبي عشان تسهل عليك المأمورية.

وتقدر تلاقي تفاصيل المواصفة رقم ASTM D4318 الخاصة بحدود أتبرغ ومواصفة ASTM D1557 للبروكتور المعدل و المواصفة D2216لقياس محتوي الرطوبة مشروحة بالكامل على منصة القصبي

اتوزعت في كل حبات التربة قبل ما تنزل بالمدق بتاعك.
الهدف من الحساب ده هو معرفة وزن المية المطلوب إضافته للعينة
وزن المية = (نسبة الرطوبة المطلوبة / ١٠٠) * وزن التربة الجافة
Ww = (wi / 100) * Ws
حيث Ww هو وزن الماء
Wi هي نسبة الرطوبة المطلوبة
Ws هو وزن التربة الجافة
مثال عملي
لو عندك عينة تربة وزنها ٦٠٠٠ جرام ناشفة وعاوز تخلي نسبة الرطوبة فيها ١٢٪
وزن المية = (١٢ / ١٠٠) * ٦٠٠٠ = ٧٢٠ جرام مية
يعني هتجيب الـ ٦ كيلو تربة وترش عليهم ٧٢٠ جرام مية وتقلبهم كويس جداً قبل ما تدمكهم في قالب ال CBR.

3.1.2 *water content top 1 in. (25.4-mm) after soaking* w_s—water content in percent of upper 1 in. (25.4 mm) of material removed from the compacted specimen after soaking and penetration.

بند رقم ٣,٢,٢ – الترجمة
محتوى الرطوبة لأول ١ بوصة ٢٥,٤ ملليمتر بعد الغمر ws وهو محتوى الرطوبة كنسبة مئوية لل ١ بوصة ٢٥,٤ ملليمتر العلوية من المادة التي يتم إزالتها من العينة المدموكة بعد عمليتي الغمر والاختراق
بند رقم ٣,٢,٢ – الشرح
البند ده يا هندسة بيقول لك على حركة فنية بنعملها بعد ما تخلص الاختبار خالص. الفكرة ببساطة إن العينة بعد ما بتقعد ٤ أيام مغمورة في حوض المية وبعد ما بنعمل لها اختبار الاختراق بالمكبس بنكون عاوزين نعرف الطبقة اللي فوق دي شربت مية قد إيه. خلي بالك يا هندسة إنت مش بتاخد العينة كلها تحسب لها الرطوبة لا إنت بتكشط أول بوصة بس من وش القالب اللي هي حوالي ٢,٥ سنتيمتر وتوزنها وتدخلها الفرن. ليه بنعمل كده؟ عشان دي أكتر حتة في العينة اتأثرت بالمية وهي دي المنطقة اللي المكبس اخترقها فعلياً فبنشوف حالة التربة في أضعف منطقة فيها كانت عاملة إزاي. الرقم ده ws هو اللي بيعرفنا هل التربة دي "شرهة" للمية ولا متماسكة وبيدي انطباع للاستشاري عن سلوك الطبقة السطحية للطريق لما تتغمر بالمية.

3. Terminology

المصطلحات

3.1Definition:

التعريفات

3.1.1For common definitions of terms in this standard, refer to Terminology D653.

بند رقم ٣,١,١ – الترجمة
التعريفات من أجل التعريفات الشائعة للمصطلحات في هذه المواصفة يرجى الرجوع إلى مواصفة المصطلحات D653
بند رقم ٣,١,١ – الشرح
البند ده يا هندسة بيقول لك إن لغة الحوار اللي بينا وبين المواصفة متسجلة في مرجع أساسي. يعني لو قابلت كلمة فنية في وسط الكلام ووقفت معاك أو حسيت إن ليها معنى مختلف عن اللي نعرفه في الموقع يبقى لازم تفتح مواصفة ASTM D653. المرجع ده هو القاموس الهندسي اللي فيه كل المصطلحات الخاصة بالتربة والصخور والمواصفات الجيوتقنية. الفكرة ببساطة إنهم عاوزين يوحدوا المفاهيم عشان لما أقول "عينة" أو "دمك" أو "فراغات" يبقى كل المهندسين في كل معامل العالم فاهمين نفس الشيء بالظبط. وخلي بالك يا هندسة إن فهم المصطلح صح هو نص الشغلانة عشان متطبقش بند بطريقة غلط لمجرد إنك فهمت معناه بشكل مختلف عن اللي المواصفة قصداه.

3.1 Definitions of Terms Specific to This Standard:

٣,٢تعريفات المصطلحات الخاصة بهذا المعيار:

3.1.1 *water content of the compaction specimen,* w_i—water content in percent of material used to compact the test specimen.

بند رقم ٣,٢,١ – الترجمة
تعريفات المصطلحات الخاصة بهذه المواصفة محتوى الرطوبة لعينات الدمك wi وهو محتوى الرطوبة كنسبة مئوية للمادة المستخدمة لدمك عينة الاختبار
بند رقم ٣,٢,١– الشرح
خلي بالك يا هندسة عشان الحتة دي هي سر الخلطة في اختبار ال CBR. المصطلح ده wi يقصد بيه كمية المية اللي إنت بترشها على التربة الناشفة وتقلبها كويس قبل ما تبدأ تدق وتدمك في القالب. الفكرة ببساطة إننا مش بنجيب أي تربة وتحطها في القالب وخلاص لا ده إنت لازم توصلها لنسبة مية معينة إنت محددها من تجربة البروكتور قبل كده. يعني لو الاستشاري طالب منك تدمك عند المحتوى الأمثل للرطوبة OMC اللي هو مثلاً ١٠٪ يبقى ال wi دي لازم تكون ١٠٪. لو زادت أو قلت القوة هتختلف تماماً والنتائج هتطلع مش مظبوطة. فإنت يا هندسة بتوزن التربة وهي ناشفة وتحسب وزن المية اللي محتاجه عشان تحقق النسبة دي بالظبط وتتأكد إن المية

3.1.3 *water content after testing*, w_f—water content in per- cent of the compacted specimen after soaking and final penetration; does not include material described in 3.2.2.

بند رقم ٣,٢,٣ – الترجمة

محتوى الرطوبة بعد الاختبار wf وهو محتوى الرطوبة كنسبة مئوية للعينة المدموكة بعد الغمر والاختراق النهائي ولا يشمل المادة الموصوفة في البند ٣,٢,٢

بند رقم ٣,٢,٣ – الشرح

عشان نفهم الحتة دي بشكل أوضح يا هندسة تخيل إننا بنعمل ميزانية للمية اللي دخلت وخرجت من العينة. الفكرة ببساطة إننا بنقارن بين حالتين للتربة. الحالة الأولى وهي لسه فراش وإحنا بنجهزها في القالب ودي سميناها wi والحالة التانية بعد ما العينة اتغمرت في المية ٩٦ ساعة وخلصنا عليها اختبار الاختراق ودي بنسميها wf. الفرق بين الرقمين دول بيقول لنا العينة دي "عطشانة" وشربت مية قد إيه. لو لقيت الرقمين قريبين من بعض يبقى التربة دي دمكها كان ممتاز وفراغاتها قليلة فمسمحتش للمية إنها تدخل وتخرب فيها. لكن لو لقيت wf نطت وبقت أكبر بكتير من wi يبقى خلي بالك يا هندسة التربة دي فيها فراغات كتير والمية سكنت جواها وده ممكن يخلي الطريق يريح معاك في المستقبل.

الهدف من المقارنة هو حساب نسبة الامتصاص أو الزيادة في المحتوى المائي

الزيادة في الرطوبة = نسبة الرطوبة النهائية – نسبة الرطوبة الابتدائية

Increase in Water Content = wf – wi

مثال عملي

لو إنت يا هندسة بدأت تجهيز القالب بنسبة مية wi كانت ١٠,٥٪ وبعد ما العينة اتغمرت ٤ أيام في الحوض وطلعتها اختبرتها وخدت عينة للفرن طلعت الرطوبة النهائية wf هي ١٤,٢٪

الزيادة في الرطوبة = ١٤,٢ – ١٠,٥ = ٣,٧٪

الرقم ده (٣,٧٪) هو كمية المية الإضافية اللي دخلت جوه مسام التربة أثناء فترة الغمر. كل ما الرقم ده يقل كل ما كانت جودة الدمك ونوع التربة أحسن في مقاومة المية.

3.1.4 *dry density as compacted and before soaking*, ρ_{di}—dry density of the as compacted test specimen using the measured wet mass and calculating the dry mass using the water content defined in 3.2.1.

بند رقم ٣,٢,٤ – الترجمة

الكثافة الجافة عند الدمك وقبل الغمر ρdi وهي الكثافة الجافة لعينة الاختبار المدموكة باستخدام الكتلة الرطبة المقاسة وحساب الكتلة الجافة باستخدام محتوى الرطوبة المحدد في البند ٣,٢,١

بند رقم ٣,٢,٤ – الشرح

البند ده يا هندسة بيتكلم عن أهم رقم بنحسبه في المعمل أول ما نخلص دك القالب وقبل ما نفكر نوديه حوض المية. الفكرة ببساطة إننا عاوزين نعرف إحنا حققنا كثافة جافة قد إيه جوه القالب ده عشان نقارنها بكثافة البروكتور. إحنا بنوزن القالب وهو مليان تربة مدموكة ونطرح منه وزن القالب وهو فاضي عشان نجيب وزن التربة "الرطبة". بس إحنا في الحسابات بنتعامل مع "الجاف" عشان المية دي وزن خادع فبنستخدم نسبة المية اللي رشيناها في الأول (wi) عشان نحول الوزن الرطب ده لوزن جاف. الرقم ده هو اللي بنسميه ρdi وهو اللي بيقول لك يا هندسة هل إنت دمكت العينة صح وحققت النسبة المطلوبة (زي ٩٥٪ أو ١٠٠٪) ولا محتاج تعيد الدمك وتزود ضربات المدق.

الهدف من الحساب هو تحويل الكثافة الرطبة لكثافة جافة

أولاً بنحسب الكثافة الرطبة = وزن التربة الرطبة / حجم القالب

ثانياً بنحسب الكثافة الجافة = الكثافة الرطبة / (١ + (نسبة الرطوبة / ١٠٠))

D = M / (1 + (w / 100))

حيث D هي الكثافة الجافة ρdi

M هي الكثافة الرطبة

W هي نسبة الرطوبة wi

مثال عملي

لو عندك قالب حجمه ٠,٠٠٢١٢٤ متر مكعب ووزن التربة الرطبة جواه ٤,٦٥٠ كيلوجرام ونسبة المية اللي ضفتها كانت ١٠٪

الكثافة الرطبة = ٤,٦٥٠ / ٠,٠٠٢١٢٤ = ٢١٨٩,٢٦ كيلوجرام لكل متر مكعب

الكثافة الجافة ρdi = 2189.26 / (1 + (10 / 100)) = 2189.26 / 1.1 = 1990.23 **كيلوجرام لكل متر مكعب**

الرقم ده (١٩٩٠,٢٣) هو اللي هتقسمه على كثافة البروكتور عشان تعرف نسبة الدمك كام في المية.

4 Summary of Test Method

٤.ملخص طريقة الاختبار

4.1 The California Bearing Ratio (CBR) test is used in evaluating subgrade, subbase and base materials as an aid to the design of pavements. The laboratory test uses a circular piston to penetrate material compacted in a mold at a constant rate of penetration. The CBR is expressed as the ratio of the unit load on the piston required to penetrate 0.1 in. (2.5 mm) and 0.2 in (5.1 mm) of the test material to the unit load required to penetrate a standard material of well-graded crushed stone.

بند رقم ٤,٢ – الترجمة

تُستخدم طريقة الاختبار هذه لتحديد نسبة CBR لمادة مدموكة في قالب محدد ويقع على عاتق العميل طالب الاختبار مسؤولية تحديد نطاق الاختبار بما يلبي البروتوكول الخاص به أو متطلبات التصميم المحددة وتشمل نطاقات الاختبار الممكنة ما يلي:

بند رقم ٤,٢ – الشرح

البند ده يا هندسة بيحط النقط على الحروف بخصوص مين اللي بيقرر هنعمل إيه الفكرة ببساطة إن المواصفة بتديك الطريقة بس العميل أو الاستشاري هو اللي بيقول لك إيه هو النطاق اللي هو عاوزه. يعني يا هندسة مفيش حاجة اسمها اختبار CBR وبس لا ده فيه كذا سكة ممكن نمشي فيها حسب طلب الاستشاري. ممكن يطلب منك قالب واحد عند نسبة مية معينة أو يطلب منك ماراثون قوالب بضربات دمك مختلفة عشان يرسم منحنى كامل. المواصفة هنا بتقول لك يا فني المعمل أو يا مهندس خليك مرن واسأل العميل إنت محتاج النتائج دي عشان تصمم رصف طريق سريع ولا عشان مجرد تتأكد من جودة طبقة تحت أساس لمبنى صغير. كل حالة وليها شغلها وتجهيزاتها الخاصة في عدد القوالب وطريقة الدمك.

4.2.1 CBR penetration tests can be performed on each point of a compaction test performed in accordance with Method C of D698 or D1557. The CBR mold with the spacer disk specified in this standard has the same internal dimensions as a 6.000-in. (152.4-mm) diameter compaction mold.

بند رقم ٤,٢,١ – الترجمة

يمكن إجراء اختبارات اختراق CBR على كل نقطة من نقاط اختبار الدمك الذي يتم إجراؤه وفقاً للطريقة C من المواصفة D698 أو D1557 وإن قالب CBR مع قرص التباعد المحدد في هذه المواصفة له نفس الأبعاد الداخلية لقالب الدمك الذي يبلغ قطره ٦,٠٠٠ بوصة ١٥٢,٤ ملليمتر

بند رقم ٤,٢,١ – الشرح

البند ده يا هندسة بيعرفنا إن قالب ال CBR هو هو أخو قالب البروكتور الكبير ال ٦ بوصة. الفكرة ببساطة إنك لو شغال بروكتور معدل بالطريقة C اللي هي للتربة الخشنة شوية تقدر تستخدم نفس النقط اللي طلعتها عشان تعمل عليها اختبار ال CBR. يعني يا هندسة وإنت بتعمل المنحنى بتاع البروكتور وبتحط مية وتدمك كل قالب عند نسبة مية مختلفة تقدر تاخد القوالب دي نفسها وتخترقها بالمكبس عشان تجيب قيمة ال CBR لكل نقطة رطوبة. وخلي بالك يا هندسة المواصفة بتقول لك إن القالبين توأم في المقاسات بس عشان نوصل لنفس حجم التربة بتاع البروكتور جوه قالب ال CBR بنستخدم حاجة اسمها قرص التباعد Spacer Disk ده حتة حديدة مدورة بنحطها تحت في قاع القالب قبل ما ندمك عشان تعوض فرق الارتفاع وتخلي حجم العينة مظبوط بالملي.

بند رقم ٤,١ – الترجمة

يستخدم اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا CBR في تقييم مواد طبقة التأسيس والطبقة تحت الأساس وطبقة الأساس كعامل مساعد في تصميم الرصف ويستخدم الاختبار المختبري مكبساً دائرياً لاختراق المادة المدموكة في قالب بمعدل اختراق ثابت ويتم التعبير عن قيمة CBR كنسبة بين الحمل النوعي على المكبس المطلوب لاختراق ٠,١ بوصة ٢,٥ ملليمتر و ٠,٢ بوصة ٥,١ ملليمتر من مادة الاختبار إلى الحمل النوعي المطلوب لاختراق مادة قياسية من الحجر المكسر جيد التدرج

بند رقم ٤,١ – الشرح

الفكرة ببساطة يا هندسة إن الاختبار ده هو اللي بيعرفنا نفس التربة في التحمل قد إيه. إحنا بنجيب مكبس حديد دائري وتخليه يخترق جوه عينة التربة اللي ظمنها في القالب بسرعة ثابتة ومحددة. وعشان نطلع النتيجة بنقارن قوتك يا تربة بقوة الزلط المكسر المثالي اللي الأمريكان حددوه كمرجع لينا. بنشوف الحمل اللي المكبس محتاجه عشان يغرس مسافة ٢,٥ ملليمتر ومسافة ٥,١ ملليمتر ونقسم الحمل ده على أحمال قياسية محفوظة ومعروفة. يعني يا هندسة الـ CBR ده مجرد "نسبة مئوية" بتقول لنا التربة دي قوتها كام في المية مقارنة بالزلط الممتاز. لو طلعت النتيجة ٨٠٪ يبقى التربة دي وحش وهتستحمل السكة ولو طلعت ٥٪ يبقى "تعبانة" ومحتاجة معالجة أو تغيير.

الهدف من المعادلة هو حساب نسبة CBR عند اختراق معين

نسبة CBR تساوي (الحمل المحسوب من الاختبار / الحمل القياسي) مضروب في ١٠٠

CBR = (p / ps) * 100

حيث p هو الإجهاد المحسوب من العينة برصيد قراءة المكبس

ps هو الإجهاد القياسي للركام المثالي

مثال عملي

لو المكبس وهو بيخترق مسافة ٢,٥ ملليمتر (٠,١ بوصة) سجل حمل مقداره ٢١٠ باوند لكل بوصة مربعة psi وإحنا عارفين إن الحمل القياسي عند المسافة دي هو ١٠٠٠ psi

CBR = (210 / 1000) * 100 = 21%

بناخد القيمة دي ونعمل نفس الكلام عند اختراق ٥,١ ملليمتر ونقارنها بالحمل القياسي بتاعها اللي هو ١٥٠٠ psi والكبير فيهم هو اللي بنمضي عليه في التقرير.

4.2 This test method is used to determine the CBR of a material compacted in a specified mold. It is incumbent on the requesting client to specify the scope of testing to satisfy the client's protocol or specific design requirements. Possible scope of testing includes:

طرق تصميم الرصف المرن

بند رقم ٥,١ – الشرح

البند ده يا هندسة بيقول لك إيه لازمة الوجع الدماغ ده كله واللازمة دي هي إننا بنقيس قوة تحمل التربة قبل ما نحط عليها الأسفلت. الفكرة ببساطة إن ال CBR ده هو الرقم السحري اللي بياخده مهندس التصميم عشان يحدد سمك طبقات الطريق يعني يقول لك هنحط كام سنتيمتر ساب بيز وكام سنتيمتر بيز كورس وهنفرش أسفلت قد إيه. والمواصفة هنا بتقول لك إن الاختبار ده شغال مع التربة الطبيعية وكمان مع المواد المعاد تدويرها زي ناتج كشط الأسفلت أو خرسانة مكسرة اللي بنسميها Recycled Materials. وسواء كنت بتصمم طريق عادي بتمشي عليه عربيات أو ممر طيارات في مطار Airfield فال CBR هو المرجع الأساسي في تصميم الرصف المرن اللي هو الأسفلت. يعني من غير الرقم ده يا هندسة المهندس المصمم هيبقى شغال بالبركة وممكن الطريق يريح أو يشرخ بعد شهر واحد.

4.2.2 Another alternative is for the CBR test to be per- formed on material compacted to a specific water content and density. Alternatively, a water content range may be stated for one or more density values and will often require a series of specimens prepared using two or three compactive efforts for the specified water contents or over the range of water contents requested. The compactive efforts are achieved by following procedures of D698 or D1557 but varying the blows per layer to produce densities above and below the desired density.

بند رقم ٤,٢,٢ – الترجمة

يوجد بديل آخر وهو إجراء اختبار CBR على مادة مدموكة عند محتوى رطوبة وكثافة محددين وبدلاً من ذلك قد يتم تحديد نطاق لمحتوى الرطوبة لقيمة واحدة أو أكثر من قيم الكثافة وهذا يتطلب غالباً تجهيز سلسلة من العينات باستخدام جهدين أو ثلاثة جهود دمك لمحتويات الرطوبة المحددة أو عبر نطاق محتويات الرطوبة المطلوبة ويتم تحقيق جهود الدمك باتباع إجراءات D698 أو D1557 ولكن مع تغيير عدد الضربات لكل طبقة لإنتاج كثافات أعلى وأقل من الكثافة المطلوبة

بند رقم ٤,٢,٢ – الشرح

البند ده يا هندسة بيشرح الطريقة اللي بنسميها CBR الثلاث قوالب ودي أشهر حاجة بتطلب في المشاريع الكبيرة. الفكرة ببساطة إن الاستشاري ساعات مبيكونش عاوز يعرف ال CBR عند نقطة واحدة وخلاص لا ده عاوز يشوف سلوك التربة لو دمكنها بجهود مختلفة. عشان كده بنجهز ٣ قوالب عند نفس نسبة المية بتكون المية المثالية اللي طلعناها من البروكتور بس بنغير في عدد ضربات الدمك. يعنى القالب الأول بنديله ١٠ ضربات لكل طبقة والتاني ٣٠ ضربة والتالت ٥٦ ضربة. كده إنت يا هندسة عملت ٣ عينات بكثافات مختلفة واحدة ضعيفة وواحدة وسط وواحدة قوية ومنهم بنرسم كيرف يربط بين الكثافة وال CBR. ومن الكيرف ده نقدر نطلع قيمة ال CBR الحقيقية عند نسبة الدمك المطلوبة في الموقع زي ٩٥٪ مثلاً. الطريقة دي بتخلينا واثقين في الرقم اللي طالع وعارفين لو الهراس في الموقع قصر شوية في الدمك ال CBR هينزل لحد فين.

5. Significance and Use

الأهمية والاستخدام

5.1 This test method is used to evaluate the potential strength of subgrade, subbase, and base course materials, including recycled materials for use in the design of road and airfield pavements. The CBR value obtained in this test forms an integral part of several flexible pavement design methods.

بند رقم ٥,١ – الترجمة

الأهمية والاستخدام تُستخدم طريقة الاختبار هذه لتقييم القوة الكامنة لمواد طبقة التأسيس والطبقة تحت الأساس وطبقة الأساس بما في ذلك المواد المعاد تدويرها لاستخدامها في تصميم رصف الطرق والمطارات وتُشكل قيمة CBR التي يتم الحصول عليها من هذا الاختبار جزءاً لا يتجزأ من العديد من

القالب ده بعد ما يتغمر ويختبر، نتيجته هي ال CBR المطلوبة.
ملاحظة فنية: طريقة القالب الواحد لا تصلح في التربة الطينية (Cohesive Soils) لأن الطين قوته بتتغير جداً مع أقل نقطة مية زيادة، ولازم فيها نستخدم طريقة ال ٣ قوالب

5.2 For applications where the effect of compaction water content on CBR is small, such as cohesionless, coarse-grained materials, or where an allowance is made for the effect of differing compaction water contents in the design procedure, the CBR may be determined at the optimum water content of a specified compaction effort. The specified dry unit weight is normally the minimum percent compaction allowed by the using client's field compaction specification.

بند رقم ٥,٢ – الترجمة
بالنسبة للتطبيقات التي يكون فيها تأثير محتوى مياه الدمك على قيمة CBR صغيراً، مثل المواد خشنة الحبيبات وغير المتماسكة (مثل الرمل والبحص)، أو عندما يتم عمل سماحية لتأثير اختلاف محتويات مياه الدمك في إجراءات التصميم، فإنه يمكن تعيين قيمة CBR عند محتوى الرطوبة الأمثل لجهد دمك محدد. وعادة ما يكون وزن الوحدة الجاف المحدد (الكثافة) هو الحد الأدنى لنسبة الدمك المسموح بها في مواصفات الدمك الميداني التي يحددها العميل.

بند رقم ٥,٢ – الشرح
البند ده يا هندسة بيعطيك طريق مختصر لاختبار ال CBR بدل ما تعمل مجهود كبير في تجهيز ٣ قوالب وترسم كيرفات.
الفكرة ببساطة:
نوع التربة: لو التربة اللي معاك "حرشة" وخشنة (زي السن أو الرمل النضيف)، المية مش بتأثر في قوتها كتير. يعني لو دمجتها وهي ناشفة شوية أو مبلولة شوية، قوتها بتفضل ثابتة وقوية.
الاختصار: في الحالة دي، المواصفة بتقولك "اعمل قالب واحد بس".
الطريقة: بتجهز القالب ده عند المحتوى المائي الأمثل (Optimum Moisture) اللي طلعته من تجربة البروكتور، وتدمكه عشان يوصل لـ كثافة معينة (غالباً هي نسبة الدمك المطلوبة في الموقع، مثلاً ٩٥٪).
النتيجة: قيمة الـ CBR اللي بتطلع من القالب ده هي اللي بنعتمدها في التقرير للاستشاري، وبكده وفرت وقت ومجهود كبير.
مثال عملي
لو إنت شغال في مشروع طريق، والمقاول جايب "رمل سويل" (Subbase) وعاوز يختبره CBR:
الاستشاري طلب منك: أنا عاوز ال CBR عند نسبة دمج ٩٥٪
خطواتك:
بتروح لتجربة البروكتور بتاعة الرمل ده، وتعرف إن المية المثالية هي ٨٪ والكثافة الجافة القصوى هي ٢,١٠ جم/سم^3.
بدل ما تعمل ٣ قوالب ١٠ و ٣٠ و ٥٦ ضربة هتعمل قالب واحد بس.
هتحط مية ٨٪، وتدمك القالب بعدد ضربات انت حاسبه بالتقريب عشان يوصل لكثافة ١,٩٩ جم/سم^3 اللي هي ٩٥٪ من ال ٢,١٠

5.3 For applications where the effect of compaction water content on CBR is unknown or where it is desired to account for its effect, the CBR is determined for a range of water contents, usually the range of water content permitted for field compaction by using the client's protocol or specification for field compaction

بند رقم ٥,٣ – الترجمة
بالنسبة للتطبيقات التي يكون فيها تأثير محتوى مياه الدمك على قيمة CBR غير معروف، أو حيث يكون من المرغوب فيه مراعاة هذا التأثير، يتم تحديد قيمة CBR لمجموعة من محتويات الماء، وعادةً ما تكون هي نطاق محتوى الماء المسموح به للدمك الميداني باستخدام بروتوكول العميل أو مواصفاته للدمك الميداني.

بند رقم ٥,٣ – الشرح
البند ده يا هندسة هو الأمان اللي بنمشي عليه لما نكون شغالين مع تربة إحنا مش عارفين طبعها مع المية إيه، أو لما الاستشاري يحب يطمن إن قوة الطريق مش هتبوظ لو الرطوبة اتغيرت شوية في الموقع.
الفكرة ببساطة:
ليه بنعمل كدة؟ فيه أنواع تربة (زي الطين) قوتها بتنهار تماماً لو المية زادت فيها عن حد معين. فإحنا مش بنكتفي بنقطة واحدة "مثالية"، لا إحنا بنختبر نطاق كامل.
إيه هو النطاق؟ بنشوف المواصفة الفنية للمشروع بتسمح للمقاول يدمك عند رطوبة كام مثلاً: المحتوى الأمثل+ او – ٢ ٪ فبنروح مختبرين ال CBR عند الحد الأدنى والحد الأقصى للنطاق ده.
الهدف النهائي: نرسم علاقة بيانية توضح إزاي ال CBR بيتغير مع المية عشان المهندس المصمم يعرف أسوأ حالة ممكن يوصل لها الطريق لو الدنيا مطرت أو المقاول زود مية شوية وهو بيدمك.

5.4 The criteria for test specimen preparation of self-cementing (and other) materials which gain strength with time must be based on a geotechnical engineering evaluation. As directed by the client, self-cementing materials shall be properly cured until bearing ratios representing long term service conditions can be measured.

بند رقم ٥,٤ الترجمة
معايير تجهيز عينة الاختبار للمواد ذاتية التصلب وغيرها من المواد التي تكتسب قوة مع مرور الوقت يجب أن تستند إلى تقييم هندسي جيوتقني وبناءً على توجيهات العميل يجب معالجة المواد ذاتية التصلب بشكل صحيح حتى يمكن قياس نسب التحمل التي تمثل ظروف الخدمة على المدى الطويل

دستور المعامل الجيوتقنية اللي بيحدد إيه الشروط اللي لازم تتوفر في المعمل عشان نقول عليه "معمل معتمد". بس خلي بالك يا هندسة المواصفة هنا صريحة جداً وبتقولك إن وجود شهادة الاعتماد دي مش "صك غفران" يخلينا نغمي عينينا عن الغلط. لازم تفضل دايماً مركز في كل تفصيلة لأن النتائج الموثوقة بتعتمد على عوامل كتير جداً والمواصفة D3740 بتساعدك بس تقيم بعض العوامل دي. يعني من الآخر يا هندسة "الشطارة في التفاصيل" والأمانة في تنفيذ كل خطوة هي اللي بتطلع نتيجة CBR يعتمد عليها المهندس المصمم

6 Apparatus

6.1 *Loading Machine*—The loading machine shall be equipped with a movable head or base that travels at a uniform (not pulsating) rate of 0.05 in. (1.3 mm)/min for use in pushing the penetration piston into the specimen. The load rate of 0.05 in. (1.3 mm)/min shall be maintained within 620% over the range of loads developed during penetration. The minimum capacity of the loading machine shall be based on the requirements indicated in Table 1.

بند رقم ٦,١ الترجمة

ماكينة التحميل يجب أن تكون ماكينة التحميل مجهزة برأس أو قاعدة متحركة تتحرك بمعدل منتظم غير نابض قدره ٠,٠٥ بوصة ١,٣ ملليمتر في الدقيقة لاستخدامها في دفع مكبس الاختراق داخل العينة ويجب الحفاظ على معدل التحميل ٠,٠٥ بوصة ١,٣ ملليمتر في الدقيقة في حدود زائد أو ناقص ٢٠ بالمئة عبر نطاق الأحمال الناتجة أثناء الاختراق ويجب أن تعتمد السعة الدنيا لماكينة التحميل على المتطلبات الموضحة في الجدول رقم ١

بند رقم ٦,١ الشرح

البند ده يا هندسة بيتكلم عن المحرك الأساسي للاختبار وهو ماكينة التحميل. الفكرة ببساطة إن الـ CBR اختبار حساس جداً لسرعة الحركة. ولو السرعة اتغيرت النتيجة هتتغير تماماً.

السرعة هي السر: المواصفة حددت سرعة بطيئة جداً وهي ١,٣ ملليمتر في الدقيقة. ليه؟ عشان ندي فرصة لحبيبات التربة إنها تتفاعل مع المكبس ونقيس مقاومتها الحقيقية مش مجرد صدمة سريعة.

حركة ناعمة: الماكينة لازم تتحرك بسلاسة وممنوع يكون فيها أي رعشة أو نبضات لأن ده بيعمل خلل في قراءة الحمل.

الثبات تحت الضغط: أهم تريكة هنا إن الماكينة لازم تحافظ على سرعتها دي حتى لما المكبس يدخل في تربة قوية جداً. مسموح لك بفرق ٢٠٪ زيادة أو نقص في السرعة، بس أكتر من كده الاختبار يعتبر باطل.

قوة الماكينة: لازم الماكينة اللي عندك في المعمل تكون قوية وتقدر تطلع قوة ضغط كافية. الجدول رقم ١ في المواصفة هو اللي بيقول لك الماكينة محتاجة تكون كام كيلو نيوتن حسب المادة اللي بتختبرها سواء كانت تربة ناعمة أو سن قوي.

بند رقم ٥,٤ الشرح

البند ده يا هندسة بيتكلم عن نوع خاص من التربة أو المواد اللي بتتحسن قوتها مع مرور الأيام زي التربة المعالجة بالأسمنت أو الجير أو المواد الكيميائية. الفكرة ببساطة إن المواد دي بتقوى مع الوقت زي الخرسانة بالظبط.

إيه اللي لازم تاخد بالك منه في المعمل؟

مرحلة المعالجة (Curing): المواصفة بتقولك ما ينفعش تدمك العينة وتختبرها في نفس اليوم لأنك كده بظلمها وبتطلع نتيجة ضعيفة جداً. لازم العينات دي تاخد وقتها عشان تتشك وتكتسب قوتها الحقيقية.

قرار المهندس: مدة المعالجة دي سواء كانت ٧ أيام أو أكتر بيحددها المهندس الجيوتقني بناءً على ظروف المشروع. إنت في المعمل لازم تلتزم بالمدة دي قبل ما تبدأ تحط العينة تحت المكبس.

محاكاة الواقع: الهدف إننا نقيس ال CBR في الحالة اللي هيكون عليها الطريق فعلاً بعد ما الأسمنت أو الجير يتفاعل تماماً مع التربة ويوصل لأقصى قوة تحمل ممكنة.

NOTE 1—The quality of the results produced by this standard is dependent on the competence of the personnel performing it, and the suitability of the equipment and facilities used. Agencies that meet the criteria of Practice D3740 are generally considered capable of competent and objective testing/sampling/inspection/etc. Users of this standard are cautioned that compliance with Practice D3740 does not in itself ensure reliable results. Reliable results depend on many factors; Practice D3740 provides a means of evaluating some of those factors.

ملاحظة رقم ١ الترجمة

تعتمد جودة النتائج التي تنتجها هذه المواصفة على كفاءة الأفراد الذين يقومون بتنفيذها ومدى ملاءمة المعدات والمرافق المستخدمة وتعتبر الجهات التي تستوفي معايير الممارسة D3740 بشكل عام قادرة على إجراء الاختبارات وأخذ العينات والفحص بكفاءة وموضوعية ويتم تحذير مستخدمي هذه المواصفة من أن الامتثال للممارسة D3740 لا يضمن في حد ذاته نتائج موثوقة حيث تعتمد النتائج الموثوقة على عوامل كثيرة وتوفر الممارسة D3740 وسيلة لتقييم بعض هذه العوامل

ملاحظة رقم ١ الشرح

الملاحظة دي يا هندسة هو شهادة الجودة والمصداقية لأي معمل محترم. الفكرة ببساطة إن المواصفة بتقولك إن الورق لوحده والخطوات المكتوبة مبيطلعوش نتيجة صح لوحدهم. جودة الشغل بتعتمد على "المثلث الذهبي" وهو:

كفاءة الفني: لازم اللي شغال يكون فاهم هو بيعمل إيه مش مجرد حافظ خطوات.

سلامة الأجهزة: المكبس والموازين وساعات القياس لازم تكون متعايرة وشغالة بكفاءة.

المكان المناسب: المعمل لازم يكون مجهز بفرن وتكييف وإضاءة تسمح بالشغل الصح.

المواصفة هنا بتشاور لك على كود مهم جداً اسمه D3740 وده

6.1.1 The machine shall be equipped with a load-indicating device matched to the anticipated maximum penetration load. The load-indicating device shall have a minimum accuracy of: 10 lbf (44 N) or less for a 10,000 lbf (44 kN) capacity; 5 lbf (22 N) or less for 5,000 lbf (22 kN) and 2 lbf (9 N) or less for 2,500 lbf (11 kN).

بند رقم ٦,١,١ الترجمة

يجب أن تكون الماكينة مجهزة بجهاز لبيان الحمل يتناسب مع حمل الاختراق الأقصى المتوقع ويجب أن تكون دقة جهاز بيان الحمل كحد أدنى ١٠ باوند (٤٤ نيوتن) أو أقل لسعة ١٠,٠٠٠ باوند (٤٤ كيلو نيوتن) و٥ باوند (٢٢ نيوتن) أو أقل لسعة ٥,٠٠٠ باوند (٢٢ كيلو نيوتن) و٢ باوند (٩ نيوتن) أو أقل لسعة ٢,٥٠٠ باوند (١١ كيلو نيوتن)

بند رقم ٦,١,١ الشرح المفصل

بص يا هندسة، إحنا في المعمل لما بنشغل ماكينة الـ CBR، مش بنشوف كيلوجرامات ماشية قدامنا على الساعة، إحنا بنشوف شرطات أو أرقام بتتحرك (دي بنسميها Dial Divisions).

الموضوع بيمشي إزاي؟

الماكينة بتركب فيها حاجة اسمها حلقة المعايرة (Proving Ring)، ودي حلقة حديد صلب بتنضغط لما المكبس يلمس التربة. جوا الحلقة دي فيه ساعة (Dial Gauge) بتقيس الانضغاط ده بالملي.

بما إن كل حلقة حديد ليها مرونة معينة، فالمعمل اللي عاير الحلقة دي بيديك ورقة (شهادة معايرة) فيها رقم سحري بنسميه معامل المعايرة (Calibration Factor).

ليه لازم تلتزم بالدقة اللي في البند؟

لأنك لو استخدمت ساعة دقتها تعبانة، أي غلطة في قراءة شرطة واحدة هتضرب في المعامل وتكبر، وفي الآخر هتطلع قيمة CBR غلط. وده ممكن يخليك ترفض تربة هي أصلاً ممتازة، أو تقبل تربة هتنهار تحت الطريق.

مثال عملي شامل (من القراءة للنتيجة)

تخيل يا هندسة إنك شغال اختبار CBR لطبقة ساب بيز (Sub-base) وعند اختراق ٢,٥ ملليمتر (٠,١ بوصة) حصل الآتي:

البيانات اللي عندك:

قراءة ساعة التحميل (Dial Reading) = 120 شرطة (Division).

معامل معايرة الحلقة (Factor) = 1.55 كيلوجرام لكل شرطة (kg/div).

مساحة وجه المكبس (Piston Area) = 19.35 سنتيمتر مربع (أو ٣ بوصة مربعة).

حساب الحمل (Load):

الحمل = قراءة الساعة × معامل المعايرة

الحمل = ١٢٠ × ١,٥٥ = ١٨٦ كيلوجرام

حساب الإجهاد (Stress):

الإجهاد = الحمل ÷ المساحة

الإجهاد = ١٨٦ ÷ ١٩,٣٥ = ٩,٦١ كيلوجرام/سم²

حساب قيمة الـ CBR:

CBR ٪ = (الإجهاد المقاس ÷ الإجهاد القياسي) × ١٠٠

CBR % = (9.61 ÷ 70) × 100 = 13.73 ٪

ملخص تحويلات الوحدات (عشان متتعبش)

عشان تحول من باوند (lb) لكيلوجرام (kg): اضرب في ٠,٤٥٣٦.

عشان تحول من كيلوجرام (kg) لنيوتن (N): اضرب في ٩,٨١.

عشان تحول من نيوتن (N) لكيلو نيوتن (kN): اقسم على ١٠٠٠.

TABLE 1 Minimum Load Capacity

Maximum Measurable CBR	Minimum Load Capacity (lbf)	(kN)
20	2500	11.2
50	5,000	22.3
>50	10,000	44.5

الجدول رقم ١ الترجمة

الحد الأدنى لسعة الحمل (Minimum Load Capacity)

أقصى قيمة CBR يمكن قياسها	أقل سعة تحميل مطلوبة رطل-قوة (lbf)	أقل سعة تحميل مطلوبة كيلو نيوتن (kN)
20	2500	11.2
50	5000	22.3
أكبر من ٥٠	10000	44.5

الجدول رقم ١ الشرح

الجدول ده يا هندسة هو اللي بيحدد لك "عضلات" الماكينة اللي المفروض تكون عندك في المعمل. الفكرة ببساطة إن لكل مقام مقال، يعني ما ينفعش تروح تجيب عينة "سن" (Base Course) قوية جداً وتحاول تكسرها بماكينة ضعيفة.

ليه التقسيمة دي موجودة؟

التربة الضعيفة (CBR لغاية ٢٠): دي تربة طيبة ومقاومتها للاختراق بسيطة، فالمواصفة بتقولك إن ماكينة بتشيل حمولة ١,١ طن (١١,٢ كيلو نيوتن) هتكون كافية جداً عشان تخلي المكبس يغرس فيها.

التربة المتوسطة (CBR لغاية ٥٠): هنا التربة بدأت "تنشف" ومحتاجة ماكينة أقوى شوية، يعني حمولة ٢,٢ طن تقريباً.

المواد القوية (CBR أكبر من ٥٠): زي السن والركام المكسر دي مواد قوية ومقاومتها عالية جداً. عشان تقدر تضغط عليها وتخلي المكبس يوصل لعمق ٥ ملليمتر من غير ما الماكينة تنهج أو سرعتها تبطأ، لازم تستخدم ماكينة وحش سعتها ٤,٥ طن (٤٤,٥ كيلو نيوتن).

المواصفة هنا بتأمنك يا هندسة، عشان قراءة الحمل تطلع دقيقة والماكينة ما يحصلش فيها اهتزاز أو توقف مفاجئ بسبب إن العينة أقوى من الموتور.

مثال عملي

تخيل يا هندسة إن جالك عينة سن لمشروع طريق سريع، وإنت عارف من الخبرة إن السن ده المفروض ال CBR بتاعه يطلع في حدود ٨٠٪ أو ٩٠٪.

لو بصيت في الجدول، هتلاقي إن الـ ٨٠٪ دي تقع في خانة (أكبر

٣. التثبيت الصحيح:

لازم الساعة تكون مربوطة في جسم المكبس نفسه وسن الساعة لامس حافة القالب. بكده إنت بتقيس حركة المكبس نسبةً للقالب فقط، وبتلغي أي تأثير لحركة الماكينة أو الأعمدة.

إزاي بنظبط صفر الساعة ؟

عشان تبدأ الاختبار صح يا هندسة وتضمن إن المكبس لامس وش التربة تماماً مفيش فراغ هواء بنعمل الخطوات دي:

حمل التلامس (Seating Load): قبل ما تصفر الساعة، بننزل بالمكبس يدوي لغاية ما يلمس وش التربة، وبعدين بنحمل حمل صغير جداً (حوالي ١٠ رطل أو ٤٤ نيوتن) كتحضيرة. وده بيضمن إن المكبس قعد مكانه صح وهرب من أي نتوءات صغيرة على الوش.

تصفير الساعتين: أول ما الحمل الصغير ده يثبت بنروح مصفرين ساعة الحمل وساعة الاختراق".

بداية الماكينة: هنا نبدأ نشغل الماكينة بالسرعة المحددة (١,٣ ملليمتر/دقيقة). كدة إنت ضامن إن كل "تكة" في الساعة هي اختراق حقيقي جوه قلب التربة مش فراغ هواء.

مثال عملي للتوضيح

لو إنت يا هندسة ثبت الساعة غلط (في العمود) وجيت تضغط:

الماكينة اتمطت ٠,١٥ ملليمتر تحت الحمل.

المكبس غرس فعلياً ٢,٣٥ ملليمتر.

الساعة هتقرأ لك ٢,٥٠ ملليمتر.

لما تيجي تحسب ال CBR إنت هتاخد حمل الاختراق عند الساعة ما قرأت ٢,٥ ملليمتر بس الحقيقة إن المكبس كان لسه عند ٢,٣٥ ملليمتر. الفرق ده ممكن يغير نتيجة ال CBR بنسبة ٥٪ أو ١٠٪، وده يفرق كتير في قبول أو رفض العينة.

6.3 *Mold*—The mold shall be a rigid metal cylinder with an inside diameter of 6.000 ± 0.026 in. (152.4 ± 0.66 mm) and a height of 7.000 ± 0.018 in. (177.8 ± 0.46 mm). It shall be provided with a metal extension collar at least 2.0 in. (50.8 mm) in height and a metal base plate having at least twenty eight 1⁄16-in. (1.59-mm) diameter holes uniformly spaced over the plate within the inside circumference of the mold. When assembled with the spacer disc placed in the bottom of the

من ٥٠).
يبقى فوراً لازم تستخدم الماكينة اللي سعتها ٤٤,٥ كيلو نيوتن (١٠,٠٠٠ رطل).
لو استخدمت الماكينة الصغيرة (١١,٢ كيلو نيوتن)، المكبس ممكن يغرس أول ١ ملليمتر وبعدين الماكينة تقف أو التروس بتاعتها تتضرر لأن الحمل المطلوب للاختراق عدى قدرتها.

6.2 *Penetration Measuring Device*—The penetration mea- suring device (such as a mechanical dial indicator or electronic displacement transducer) shall be capable of reading to the nearest 0.001 in. (0.025 mm) and provided with appropriate mounting hardware. The mounting assembly of the deformation measuring device shall be connected to the penetrating piston and the edge of the mold providing accurate penetration measurements. Mounting the deformation holder assembly to a stressed component of the load frame (such as tie rods) will introduce inaccuracies of penetration measurements.

بند رقم ٦,٢ الترجمة

جهاز قياس الاختراق يجب أن يكون جهاز قياس الاختراق مثل ساعة القياس الميكانيكية أو محول الإزاحة الإلكتروني قادراً على القراءة لأقرب ٠,٠٠١ بوصة ٠,٠٢٥ ملليمتر ومزوداً بأدوات التثبيت المناسبة ويجب توصيل وحدة تثبيت جهاز قياس التشوّه بمكبس الاختراق وحافة القالب لتوفير قياسات اختراق دقيقة إن تثبيت وحدة حامل التشوه بمكون مجهد من إطار التحميل مثل قضبان الربط سيؤدي إلى عدم دقة في قياسات الاختراق

بند رقم ٦,٢ الشرح

البند ده يا هندسة هو ميزان العدل في التجربة. إحنا بنقيس المكبس غرس قد إيه جوه التربة بالملي، وأي غلطة في القياس ده بتبوظ حسابات الـ CBR كلها.

١. دقة القياس (٠,٠٢٥ ملليمتر):

المواصفة بتطلب دقة خيالية، يعني الساعة لازم تحس بأقل حركة للمكبس. لو الساعة معلقة أو خشنة مش هتديك القراءة الصح عند ٢,٥ ملليمتر و ٥ ملليمتر.

٢. كارثة التثبيت في أعمدة الماكينة:

دي الغلطة اللي بتقع فيها معامل كتير. الأعمدة بتاعة الماكينة (Tie rods) تحت الحمل العالي (٤ طن مثلاً) بيحصل فيها تمطيط أو انحناء ميكروني. لو إنت مثبت الساعة في العمود، الساعة هتقرأ غرس المكبس + تمطيط العمود وكده القراءة هتطلع أكبر من الحقيقة، وتفتكر إنك وصلت لاختراق ٢,٥ ملليمتر وإنت لسه ما وصلتش، فتطلع نتيجة CBR مضروبة .

mold, the mold shall have an internal volume (excluding extension collar) of 0.0750 ± 0.0009 ft^3 (2124 ± 25 cm^3). A mold assembly having the minimum required features is shown in Fig. 1. A calibration procedure shall be used to confirm the actual volume of the mold with the spacer disk inserted. Suitable calibration procedures are contained in Test Methods D698 and D1557.

بند رقم ٦,٣ الترجمة

القالب يجب أن يكون القالب أسطوانة معدنية صلبة بقطر داخلي ١٥٢,٤ ± ٠,٦٦ ملم (٦,٠٠٠ ± ٠,٠٢٦ بوصة) وارتفاع ١٧٧,٨ ± ٠,٤٦ ملم (٧,٠٠٠ ± ٠,٠١٨ بوصة). ويجب تزويده بوصلة معدنية علوية (كولار) بارتفاع ٥٠,٨ ملم (٢ بوصة) على الأقل وقاعدة معدنية تحتوي على ٢٨ ثقباً على الأقل بقطر ١,٥٩ ملم (١٦/١ بوصة) موزعة بانتظام داخل المحيط الداخلي للقالب. عند تجميع القالب مع قرص التباعد في القاع يجب أن يكون الحجم الداخلي للقالب (بدون الكولار) هو ٢١٢٤ ± ٢٥ سم مكعب (٠,٠٧٥٠ ± ٠,٠٠٠٩ قدم مكعب). ويجب استخدام إجراء معايرة للتأكد من الحجم الفعلي للقالب مع وجود قرص التباعد وتوجد إجراءات المعايرة المناسبة في المواصفات D698 و D1557.

بند رقم ٦,٣ الشرح

القالب ده يا هندسة هو الأساس اللي بنبني عليه الاختبار كله، والمواصفة هنا حاطة أبعاد دقيقة جداً لأن أي تفاوت بسيط هيغير حجم التربة المدموكة وبالتالي هيغير الكثافة الجافة اللي بنبني عليها نتيجة ال CBR.

أهم مكونات القالب:

الجسم الأسطواني: لازم يكون حديد صلب عشان ما يتمددش وقت الدمك العنيف بالمدق.

الكولار: قطعة إضافية بنركبها فوق عشان ندمك طبقات التربة ونطلع فوق مستوى القالب بشوية، وبعدين نشيلها ونساوي الوش.

القاعدة المثقبة: فيها ٢٨ ثقب عشان تسمح بدخول المية للعينة من تحت وقت الغمر.

قرص التباعد (Spacer Disk): وده "البطل الخفي" لأنه بيتحط في القاع عشان يقلل ارتفاع القالب ويوصلنا للحجم المطلوب بالضبط.

إزاي بنحسب حجم القالب بالظبط باستخدام المية ودرجة الحرارة؟

عشان شغلك يكون ١٠٠٪ يا هندسة وما تعتمدش بس على الأرقام النظرية، لازم تعمل "معايرة مائية" للقالب بالخطوات دي:

التجهيز: نظف القالب وقرص التباعد والقاعدة كويس جداً ونشفهم. حط قرص التباعد جوه القالب وثبته على القاعدة، وادهن حواف القالب بطبقة خفيفة جداً من الشحم عشان تمنع تسريب المية.

الوزن الجاف: اوزن القالب مع القرص والقاعدة ومعاهم لوح زجاجي مستوٍ واكتب الوزن ده (W1).

التعبئة: املا القالب مية لغاية ما تفيض شوية، وحط اللوح الزجاجي فوقه بحيث يغطي القالب بالكامل من غير ما يسيب أي فقاعات هواء محبوسة تحت الزجاج.

الوزن الرطب: نشف القالب من بره كويس جداً واوزنه وهو مليان مية مع اللوح الزجاجي (W2).

حساب وزن المية: وزن المية Ww = W2 – W1.

درجة الحرارة: قيس درجة حرارة المية فوراً باستخدام ترمومتر دقيق.

الحجم الفعلي: من جداول المواصفة D854 شوف كثافة المية عند درجة الحرارة اللي قستها مثلاً عند ٢٥ درجة مئوية الكثافة بتكون حوالي ٠,٩٩٧٠٧ جم/سم مكعب.

الحجم (V) = وزن المية / كثافة المية عند تلك الدرجة.

تريكة طبقة الشحم عشان المعايرة ما تضربش ليه بنحط شحم أصلاً؟ عشان نمنع تسريب المية من الوصلة اللي بين القالب والقاعدة وقت المعايرة. بس لو كترت الشحم، هو نفسه هياخد حيز من الفراغ ويقلل حجم المية، فهتطلع حجم القالب أصغر من الحقيقة.

إزاي تختار وتستخدم الشحم صح؟

نوع الشحم: استخدم شحم سيليكوني أو فازلين طبي تقيل، ابعد عن الشحوم السائلة اللي ممكن تسيح وتدخل جوه القالب.

مكان الوضع: ادهن طبقة خفيفة جداً على الحافة الرفيعة الشفة اللي القالب بيقعد عليها في القاعدة، وممكن تدهن من بره مكان القفلة.

سمك الطبقة: لازم تكون طبقة شعرة و لو الشحم كلكع وطلع لبره أو لجوه وهو بيقفل، امسحه فوراً بمنديل.

الاختبار: لو قفلت القالب ولقيت شحم كتير طلع من الجوانب، يبقى إنت زودت وده هيقلل حجم المية اللي هتملا القالب، فبالتالي هتحسب حجم غلط وهتطلع معاك كثافة التربة أعلى من الحقيقة في النتائج النهائية.

مثال عملي:

لو وزن المية طلع معاك ٢١١٨ جرام ودرجة الحرارة كانت ٢٠ درجة مئوية كثافة المية عندها ٠,٩٩٨٢١ جم/سم مكعب.

الحجم الفعلي = ٢١١٨ / ٠,٩٩٨٢١ = ٢١٢١,٨ سم مكعب.

الرقم ده هو اللي هتستخدمه في كل حسابات الكثافة الجافة لعينة ال CBR بتاعتك عشان تطلع نتيجتك مسطرة

6.4 *Spacer Disk*—A circular metal spacer disc (see Fig. 1) having a minimum outside diameter of 5 15/16 in. (150.8 mm) but no greater than will allow the spacer disc to easily slip into the mold. The spacer disc shall be 2.416 ± 0.005 in. (61.37 ± 0.13 mm) in height.

بند رقم ٦,٤ الترجمة

قرص التباعد عبارة عن قرص معدني دائري (انظر الشكل ١) بقطر خارجي لا يقل عن ١٥٠,٨ ملم (٥ ١٥/١٦ بوصة) ولا يزيد عن الحد الذي يسمح للقرص بالانزلاق بسهولة داخل القالب ويجب أن يكون ارتفاع قرص التباعد ٦١,٣٧ ±

٠,١٣ ملم (٢,٤١٦ ± ٠,٠٠٥ بوصة)

بند رقم ٦,٥ – الشرح

المدق ده يا هندسة هو القلب النابض للاختبار لأنه هو اللي بيدي التربة الطاقة والقوة اللي بنقيسها بعدين. المواصفة هنا مريحة جداً وبتقولك استخدم المدق بتاع البروكتور العادي (D698) أو المعدل (D1557) حسب طلب المشروع بس حطت شرطين في غاية الأهمية:

شكل القاعدة (Circular Foot): لو المعمل عندك شغال بمدق أوتوماتيك ميكانيكي لازم الرجل اللي بتخبط التربة تكون دائرية. فيه مدقات بتكون قاعدتها على شكل قطاع دائرية ودي ممنوعة في اختبار ال CBR لأنها ممكن تكسر حبيبات التربة أو تعمل دمج غير متساوي في القالب ال ٦ بوصة.

توزيع الضربات: الماكينة لازم تلف أو تتحرك بحيث تضمن إن ال ٥٦ ضربة في حالة البروكتور المعدل اتوزعوا على كل سنتيمتر في سطح التربة مش كلهم في النص والجوانب مهوية.

المعايرة : الماكينة الميكانيكية دي لازم تتراجع كل فترة حسب المواصفة ASTM D2168 عشان نتأكد إن قوة الخبطة لسه مظبوطة وما حصلش تآكل في التروس أو الموتور يضعف.

تريكة ورق الترشيح قبل أول طبقة

بما إننا اتكلمنا عن تجهيز القالب والقرص والمدق فيه خطوة فنية بنعملها قبل ما ننزل بأول ضربة مدق:

بعد ما نحط قرص التباعد في قاع القالب، لازم نحط فوقه ورقة ترشيح خشنة وبنفس القطر ٦ بوصة .

ليه بنعمل كدة؟ عشان نمنع التربة إنها تلزق في القرص الحديد، والأهم من كدة إن المية لما تدخل من ثقوب القاعدة وقت الغمر تقدر توصل للتربة بسهولة من غير ما الطين يسد الفتحات دي.

نصيحة ادهن طرف القرص بشحم خفيف زي ما قلنا قبل كدة وحط الورقة وضغط عليها بإيدك عشان تثبت وما تتحركش وإنت بتنزل بأول كمية تربة.

6.6 *Expansion-Measuring Apparatus*—An adjustable metal stem and perforated metal plate, similar in configuration to that shown in Fig. 2. The perforated plate shall be 5⅞ to 5¹⁵⁄₁₆ in. (149.2 to 150.8 mm) in diameter and have at least forty-two ¹⁄₁₆-in. (1.59-mm) diameter holes uniformly spaced over the plate. A metal tripod to support the dial gauge for measuring the amount of swell during soaking is also required. The

بند رقم ٦,٤ الشرح

القرص ده يا هندسة هو السر اللي بيخلينا نستخدم قالب ال CBR الكبير عشان نطلع عينة بحجم عينة البروكتور بالظبط.

ليه المقاسات دي بالملي؟

القطر: لازم يكون حوالي ١٥١ ملم عشان يسيب خلوص بسيط جداً جوه القالب (اللي قطره ١٥٢,٤ ملم). الخلوص ده وظيفته إن القرص يغطس ويطلع بسهولة من غير ما يحشر أو يجرح جسم القالب من جوه.

الارتفاع: الرقم ده (٦١,٣٧ ملم) محسوب بدقة عشان لما نحطه في قاع القالب يتبقى فراغ فوقه بارتفاع ١١٦,٤ ملم تقريباً. الفراغ ده هو اللي بنملاه تربة ونحميه بالكولار وإحنا بندمك عشان في الآخر تطلع لنا عينة حجمها ٢١٢٤ سم مكعب.

و زي ما اتعلمنا في تريكة الشحم بتاعة المعايرة وإنت بتركب القرص ده عشان تدمك العينة ادهن الحافة الجانبية الداير بتاعه بمسحة فازلين أو شحم خفيفة جداً. ده هيخليك لما تيجي تقلب القالب عشان تشيل القرص بعد الدمك ينزلق ويقع لوحده من غير ما تضطر تدق عليه وتخرب سطح التربة المدموكة. وخلي بالك يا هندسة السطح العلوي للقرص لازم يكون نظيف ومستوي تماماً لأن ده اللي بيشكل وش العينة اللي هينزل عليه المكبس بعدين.

6.5 *Rammer*—A rammer as specified in either Test Methods D698 or D1557 except that if a mechanical rammer is used it must be equipped with a circular foot, and when so equipped, must provide a means for distributing the rammer blows uniformly over the surface of the soil when compacting in a 6.000-in. (152.4-mm) diameter mold. The mechanical rammer must be calibrated and adjusted in accordance with Test Methods D2168.

بند رقم ٦,٥ – الترجمة

المدق : مدق كما هو محدد في أي من طرق الاختبار D698 أو D1557 إلا أنه في حالة استخدام مدق ميكانيكي، يجب أن يكون مجهزاً بقاعدة دائرية، وعند تجهيزه بذلك، يجب أن يوفر وسيلة لتوزيع ضربات المدق بانتظام على سطح التربة عند الدمك في قالب بقطر ٦,٠٠٠ بوصة (١٥٢,٤ ملم). يجب معايرة وضبط المدق الميكانيكي وفقاً لطرق الاختبار D2168.

اللوحة وتضمن إن المية تفضل داخلة وخارجة بحرية طول ال ٤ أيام بتوع الغمر.

6.6.1 *Swell Measurement Device*—Generally mechanical dial indicators capable of reading to 0.001 in. (0.025 mm) with a range of 0.200-in. (5-mm) minimum.

بند رقم ٦,٦,١ الترجمة

جهاز قياس الانتفاش عادة ما يكون عبارة عن ساعات قياس ميكانيكية قادرة على القراءة لأقرب ٠,٠٢٥ ملم (٠,٠٠١ بوصة) وبمدى قياس لا يقل عن ٥ ملم (٠,٢٠٠ بوصة) كحد أدنى

بند رقم ٦,٦,١ الشرح

الساعة دي يا هندسة هي العين اللي بنراقب بيها العينة وهي مغمورة في المية لمدة ٤ أيام. المواصفة حددت فيها شرطين عشان النتيجة تطلع دقيقة:

الدقة (٠,٠٢٥ ملم): الرقم ده صغير جداً، وده مقصود لأن فيه أنواع تربة بتتمدد بنسب بسيطة بس تأثيرها على الطريق بيكون كارثي. لو الساعة دقتها قليلة مش هتحس بالحركة دي وهتفتكر إن التربة ثابتة وهي في الحقيقة بتتحرك وبتنتفخ بالهداوة.

المدى (٥ ملم): ده طول المشوار اللي الساعة تقدر تقيسه. لو التربة انتفخت أكتر من ٥ ملم، ده معناه إنها تربة انتفاشية (Expansive Soil) شديدة الخطورة و ال ٥ ملم دول كافيين جداً عشان نرصد أغلب أنواع التربة ونعرف هي هتتصرف إزاي لما تغرق مية في الموقع.

تثبيت الساعة دي على الحامل الثلاثي (Tripod) وتصفيرها على الساق (Stem) هي أهم خطوة قبل ما تبدأ تعد ال ٩٦ ساعة بتوع الغمر.

6.7 *Surcharge Weights*—These "weights" are actually "masses" converted to a force. One or two annular metal weights having a total weight of 10 6 0.05 lbf (equivalent to a mass of 4.54 6 0.02 kg) and slotted metal weights each having a weight of 5 6 0.05 lbf (equivalent to a mass of 2.27 6 0.02 kg). The annular weight shall be 5⅞ to 5¹⁵⁄₁₆ in. (149.2)To 150.8 mm) in diameter and shall have a center hole of approximately 2⅛ in. (53.98 mm) (see Fig. 3).

expansion measuring apparatus shall not weigh more than 2.8 lbf or a mass of 1.3 kg.

بند رقم ٦,٦ الترجمة

جهاز قياس التمدد يتكون من ساق معدنية قابلة للتعديل ولوحة معدنية مثقبة مشابهة في التكوين لما هو موضح في الشكل ٢ ويجب أن يكون قطر اللوحة المثقبة بين ١٤٩,٢ إلى ١٥٠,٨ ملم (٥ ٨/٧ إلى ٥ ١٦/١٥ بوصة) وتحتوي على ٤٢ ثقباً على الأقل بقطر ١,٥٩ ملم (١٦/١ بوصة) موزعة بانتظام عبر اللوحة كما يلزم وجود حامل ثلاثي القوائم معدني لدعم ساعة القياس لقياس كمية الانتفاش أثناء الغمر ويجب ألا يزن جهاز قياس التمدد أكثر من ٢,٨ رطل أو كتلة قدرها ١,٣ كجم

بند رقم ٦,٦ الشرح

البند ده يا هندسة بيكلمنا عن طقم قياس الانتفاش Swell وده بنستخدمه لما بنغمر العينة في المية لمدة ٤ أيام عشان نشوف التربة دي "بتفشر" وتكبر قد إيه لما تشبع بالمية.

مكونات الجهاز ده ووظيفتها:

اللوحة المثقبة (Swell Plate): دي لوحة حديد بتتحط فوق وش العينة بعد ما نشيل قرص التباعد ونقلب القالب. وظيفة ال ٤٢ خرم اللي فيها إنها تسمح للمية تدخل وتتغلغل جوه العينة بسرعة وبانتظام من فوق ومن تحت.

الساق القابلة للتعديل (Adjustable Stem): دي ماسورة صغيرة بتركب في نص اللوحة، وفائدتها إنك تقدر تطولها أو تقصرها عشان تلمس سن ساعة القياس (Dial Gauge) وتبدأ تقيس منها.

الحامل الثلاثي (Tripod): ده الرجل الغراب للي بتقعد على حافة القالب وبنشبط فيها ساعة القياس عشان نراقب حركة الساق لو التربة رفعتها لفوق.

ليه المواصفة حددت الوزن ب ١,٣ كجم بالظبط؟

دي أهم تريكة يا هندسة لو اللوحة دي كانت تقيلة أوي وزنها هيضغط على التربة ويمنعها إنها تتمدد طبيعي، فبالتالي هتديك قراءة الانتفاش قليلة وتفتكر إن التربة كويسة وهي في الحقيقة خطر. ال ١,٣ كجم ده وزن مدروس عشان يمثل أقل ضغط ممكن من غير ما يأثر على حركة التربة لفوق.

تريكة قبل ما تحط اللوحة المثقبة فوق وش التربة لازم تحط ورقة ترشيح (Filter Paper) تانية. الورقة دي بتمنع حبيبات التربة الناعمة إنها تسد ال ٤٢ خرم اللي في

حساب الإجهاد في الموقع:

بنفترض كثافة الأسفلت ٢,٣ t/m^3 وكثافة السن ٢,٢ t/m^3.

الإجهاد = (٠,٢٠ × ٢,٣) + (٠,٣٠ × ٢,٢) = ٠,٤٦ + ٠,٦٦ = ١,١٢ طن/م^2

تحويل الإجهاد لوزن في القالب:

مساحة قالب ال CBR ال ٦ بوصة هي تقريباً ٠,٠١٨٢٤ m^2.

الوزن المطلوب = ١,١٢ × ٠,٠١٨٢٤ = ٠,٠٢٠٤ طن ≈ ٢٠,٤ كجم

تحديد عدد الأوزان:

بما إن الوزن الواحد الحلقي أو المشقوق وزنه حوالي ٢,٢٧ kg اللي هو ٥ رطل :

عدد الأوزان = ٢٠,٤ ÷ ٢,٢٧ = ٨,٩٨

يعني بنقربها ل ٩ أوزان.

تنبيه فني مهم لو المواصفة ما حددتش أحمال معينة بنلتزم بالحد الأدنى اللي في الكود وهو ١٠ رطل (٤,٥٤ كجم). يعني وزن حلقي واحد أو وزنين مشقوقين.

بند رقم ٦,٧ الترجمة

أوزان التحميل الإضافي هذه الأوزان هي في الواقع كتل يتم تحويلها إلى قوة وزن واحد أو اثنين من الأوزان المعدنية الحلقية بوزن إجمالي قدره ١٠ ± ٠,٠٥ رطل ما يعادل كتلة قدرها ٤,٥٤ ± ٠,٠٢ كجم وأوزان معدنية مشقوقة يزن كل منها ٥ ± ٠,٠٥ رطل ما يعادل كتلة قدرها ٢,٢٧ ± ٠,٠٢ كجم ويجب أن يتراوح قطر الوزن الحلقي بين ١٤٩,٢ إلى ١٥٠,٨ ملم (٥ ٨/٧ إلى ٥ ١٦/١٥ بوصة) ويجب أن يحتوي على ثقب مركزي يبلغ حوالي ٥٣,٩٨ ملم (٢ ٨/١ بوصة)

بند رقم ٦,٧ الشرح

الأوزان دي يا هندسة هي اللي بتخلي العينة تحس إنها فعلاً تحت طريق مش مجرد شوية رمل في علبة حديد. الفكرة إن التربة في الواقع بيكون فوقيها طبقات أسفلت وسن بتضغط عليها بوزنها، فإحنا بنحط الأوزان دي عشان نحاكي الضغط ده (Surcharge) أثناء الغمر وأثناء الاختبار.

إيه الفرق بين أنواع الأوزان؟

الوزن الحلقي (Annular Weight): ده اللي بيبقى شكله شبه الدوناتس وفيه خرم في النص. الخرم ده قطره حوالي ٥٤ ملم عشان مكبس الاختراق يعدي منه براحته. ده أول وزن بيتحط على وش التربة.

الأوزان المشقوقة (Slotted Weights): دي اللي بتبقى مفتوحة من الجنب (شبه حرف C). ليه عملوها كدة؟ عشان لو احتجت تزود أحمال تانية بعد ما ركبت المكبس، تقدر تزحلقها حواليه بسهولة من غير ما تضطر ترفع المكبس وتعيد تصفير الساعات وتلخبط الاختبار.

الدقة والمقاسات: الأوزان دي قطرها متفصل بالملي عشان تغطي سطح القالب ال ٦ بوصة كله، بس سايبين فراغ بسيط جداً (حوالي ١ ملم) عشان الأوزان ما تلمسش جدار القالب وتعمل احتكاك يغير القراءة.

إزاي بنحسب عدد الأوزان لمحاكاة طبقات الرصف (مثال عملي)

لو الاستشاري قالك يا هندسة أنا عايز ال CBR للتربة دي تحت حمل يمثل ٢٠ سم أسفلت و ٣٠ سم سن، إزاي نحسبها؟

الهدف إننا نطلع الإجهاد (Stress) اللي ناتج عن وزن الطبقات دي ونحط زيه في المعمل.

TABLE 2 SI Equivalents for Figs. 1-5

Inch-Pound Units, in.	SI Equivalent, mm	Inch-Pound Units, in.	SI Equivalent, mm	Inch-Pound Units, in.	SI Equivalent, mm
1.954	49.63	1¼	31.8	4½	114.3
2.416	61.37	1⅜	34.90	4¾	120.7
1/16	1.59	1½	38.1	5⅞	149.2
¼	6.4	1¾	44.5	5 15/16	150.8
⅜	9.53	1⅞	28.58	6.000	152.4
7/16	11.11	2	50.8	6 7/32	158.0
½	12.70	2⅛	53.98	7.000	177.8
⅝	15.9	2¾	69.85	7½	190.5
¾	19.1	3	76.20	8⅜	212.7
1⅛	28.58	4¼	108.0	9⅜	238.1

Inch-Pound Units, in.	SI Equivalent, mm	Inch-Pound Units, psi	SI Equivalent, MPa
0.10	2.5	200	1.4
0.20	5.1	400	2.8
0.30	7.6	600	4.1
0.40	10.2	800	5.5
0.50	12.7	1000	6.9
		1200	8.3
		1400	9.7

جدول رقم ٢ – الترجمة

يحتوي هذا الجدول على التحويلات من الوحدات البريطانية (البوصة والرطل) إلى الوحدات الدولية (المليمتر والميجاباسكال) لجميع الأبعاد والضغوط المذكورة في الأشكال من ١ إلى ٥.

أولاً: تحويلات الأبعاد (الأطوال)

بالبوصة in	بالمليمتر mm	بالبوصة in	بالمليمتر mm	بالبوصة in	بالمليمتر mm
١,٩٥٤	٤٩,٦٣	١ ١/٤	٣١,٨	٤ ١/٢	١١٤,٣
٢,٤١٦	٦١,٣٧	١ ٣/٨	٣٤,٩٠	٤ ٣/٤	١٢٠,٧
١/١٦	١,٥٩	١ ١/٢	٣٨,١	٥ ٧/٨	١٤٩,٢
١/٤	٦,٤	١ ٣/٤	٤٤,٥	٥ ١٦/١٥	١٥٠,٨
٣/٨	٩,٥٣	١ ١/٨	٢٨,٥٨	٦,٠٠٠	١٥٢,٤
٧/١٦	١١,١١	٢	٥٠,٨	٦ ٣٢/٧	١٥٨,٠
١/٢	١٢,٧٠	٢ ١/٨	٥٣,٩٨	٧,٠٠٠	١٧٧,٨
٥/٨	١٥,٩	٢ ٣/٤	٦٩,٨٥	٧ ١/٢	١٩٠,٥
٣/٤	١٩,١	٣	٧٦,٢٠	٨ ٣/٨	٢١٢,٧
١ ١/٨	٢٨,٥٨	٤ ١/٤	١٠٨,٠	٨ ٣/٩	٢٣٨,١

ثانياً: تحويلات قيم الاختراق والإجهاد

الاختراق (بوصة)	الاختراق (مم)	الإجهاد psi	الإجهاد MPa
٠,١٠	٢,٥	٢٠٠	١,٤
٠,٢٠	٥,١	٤٠٠	٢,٨
٠,٣٠	٧,٦	٦٠٠	٤,١
٠,٤٠	١٠,٢	٨٠٠	٥,٥
٠,٥٠	١٢,٧	١٠٠٠	٦,٩
–	–	١٢٠٠	٨,٣
–	–	١٤٠٠	٩,٧

جدول رقم ٢ – الشرح

الجدول ده يا هندسة هو المترجم اللي بيخليك تحول أي رقم شفته في الرسومات لأرقام نقدر نستخدمها في المعامل اللي شغالة بالنظام المتري زي عندنا كدة في مصر

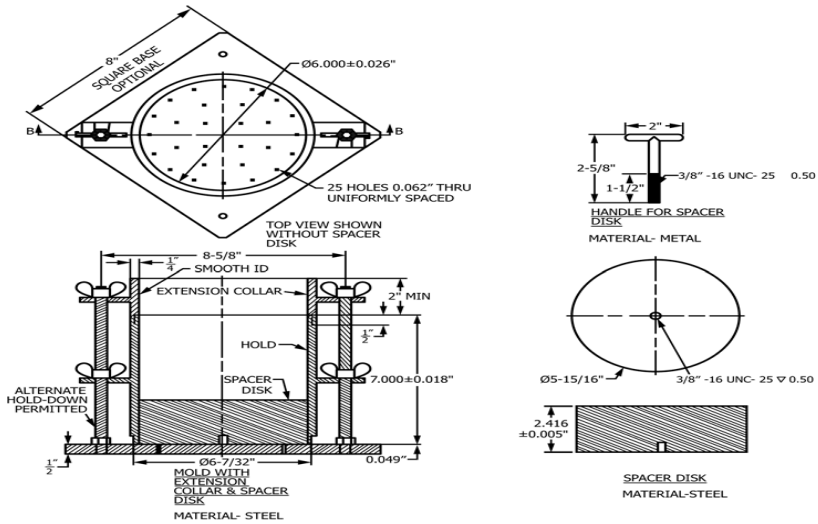
أهم الأرقام اللي لازم تحفظها:

قطر المكبس: ال ١,٩٥٤ بوصة هي بالظبط ٤٩,٦٣ مم.

أقطار القوالب: ال ٦ بوصة المشهورة هي ١٥٢,٤ مم. وارتفاع القالب ال ٧ بوصة هو ١٧٧,٨ مم.

نقاط الحساب: لما بنقول اختراق ٠,١ بوصة بنقصد ٢,٥ مم. ولما بنقول ٠,٢ بوصة بنقصد ٥,١ مم.

الإجهاد القياسي: ال ١٠٠٠ psi (الحمل القياسي عند ٢,٥ مم) بيساوي ٦,٩ ميجاباسكال.



NOTE 1—See Table 2 for SI equivalents.

FIG. 1 Mold with Extension Collar and Spacer Disk

شرح تفصيلي لمكونات الشكل (إزاي بنستخدمهم؟)

قرص التباعد (Spacer Disk): ده أول حاجة بتتحط في القالب قبل الدمك. وظيفته إنه "بيشغل حيز" في أسفل القالب، فلما تدمك فوقه التربة وتخلص، وتقلب القالب وتشيله، بيسيب مكانه "فراغ" بنستخدمه عشان نحط فيه أوزان التحميل (Surcharge) ومكبس الاختراق.

رقبة التمديد (Extension Collar): بنركبها عشان لما ندمك الطبقة الأخيرة من التربة، تطلع فوق مستوى القالب الأساسي بشوية. بعدين بنفكها ونقشط التربة الزيادة بالمسطرة الحديد (Straightedge) عشان نضمن إن سطح التربة مستوي تماماً مع حافة القالب.

مقبض قرص التباعد (Handle for Spacer Disk): عبارة عن قطعة معدنية على شكل حرف T، بنركبها في القرص عشان نعرف "ننشله" ونخرجه من القالب بسهولة بعد ما نقلبه، لأن القرص وزنه تقيل وبيكون مزنوق تحت التربة.

تكات فنية للمهندس الناصح:

تأكد من الربط: المسامير الجانبية اللي بتربط القالب في القاعدة (Alternate hold-down) لازم تتربط كويس جداً بالصواميل المجنحة (Wing nuts)، لأن أي هزة أو تسريب للتربة من تحت بيخلي كثافة العينة تطلع غلط.

نظافة الخروم: الـ ٢٥ خرم اللي في القاعدة لازم يكونوا سالكين، عشان لما تغمر العينة ٤ أيام المية تدخل وتتغلغل في التربة من تحت لفوق بالتساوي

أولاً: ترجمة بيانات الشكل رقم ١ (FIG. 1)

١. القالب وملحقاته (MOLD WITH EXTENSION COLLAR & SPACER DISK):

EXTENSION COLLAR: رقبة التمديد (الجزء اللي بنركبه فوق القالب عشان نعرف ندمك الطبقة الأخيرة براحتنا وبعدين نشيله).

MOLD: القالب الأساسي (الجزء اللي بيفضل فيه التربة).

SPACER DISK: قرص التباعد (قطعة حديد بتتحط تحت في القالب عشان تاخد مساحة معينة وتخلي ارتفاع التربة المدموكة هو الارتفاع القياسي المطلوب).

MATERIAL: STEEL: المادة المصنوع منها: الصلب (الحديد) لضمان المتانة وعدم التمدد تحت ضغط الدمك.

٢. الأبعاد القياسية (Dimensions):

Ø6.000 ± 0.026": القطر الداخلي للقالب (٦ بوصة تقريباً).

٧,٠٠٠ ± ٠,٠١٨": الارتفاع الكلي للقالب.

٢" MIN: أقل ارتفاع لرقبة التمديد هو ٢ بوصة.

٢,٤١٦ ± ٠,٠٠٥": سمك قرص التباعد (Spacer Disk).

٣. قاعدة القالب (Base Plate):

SQUARE BASE OPTIONAL: قاعدة مربعة (اختيارية) طول ضلعها ٨ بوصة.

٢٥ HOLES 0.062" THRU: القاعدة فيها ٢٥ خرم بقطر ٠,٠٦٢ بوصة عشان تسمح بمرور المية للعينة من تحت.

باتزان على حواف قالب الـ CBR.

مشبك التثبيت (Clamp): مسمار جانبي بيربط الساعة في الحامل عشان متتحركش وتديك قراءات غلط.

الأبعاد: عرض القاعدة ٧,٥ بوصة، وارتفاع الحامل ٤,٧٥ بوصة.

٢. لوحة القاعدة والساق القابلة للضبط (Adjustable Stem & Plate)

دي "المسطرة" اللي التربة بتزقها لفوق لما تنتفخ:

المادة (Material): مصنوعة من النحاس الأصفر (Brass) عشان متصديش من المية وتفضل حركتها ناعمة.

اللوحة المثقبة (Perforated Plate): فيها ٤٢ خرم متوزعين بانتظام بقطر ١/١٦ بوصة، وظيفتهم يخلوا المية تدخل للتربة من فوق بالتساوي.

الساق (Stem): عمود قلاووظ (٣/٨-١٦ UNC) طوله ٤ بوصة، بنركبه في نص اللوحة.

صامولة الضبط (Medium Knurl): جزء خشن عشان تلفه بإيدك وتظبط ارتفاع الساق بحيث تلمس سن ساعة القياس بالظبط عند بداية الاختبار.

إزاي بنستخدم المكونات دي مع بعض؟ (خطوات العمل)

بعد دمك التربة، بنحط اللوحة النحاس دي فوق سطح التربة جوه القالب.

بنحط أوزان التحميل (Surcharge) المشقوقة حول الساق فوق اللوحة.

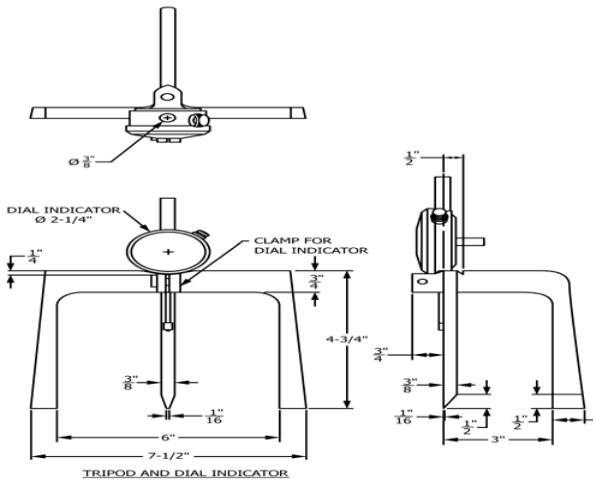
بنحط الحامل (Tripod) على شفة القالب ونظبط الساعة بحيث تلمس قمة الساق.

بنصفر الساعة ونسجل القراءة الابتدائية، وبعد ٩٦ ساعة غمر بنشوف الساعة اتحركت كام "ملي" لفوق.

تأكد من نظافة الثقوب: لو ال ٤٢ خرم مسدودين بطين ناشف، التربة مش هتشرب مية صح والانتفاخ هيطلع صفر، وده تزوير للواقع.

ثبات الحامل: لازم تتأكد إن أرجل الحامل (Tripod) قاعدة على معدن القالب مباشرة مش على شوية رمل، عشان الساعة متميلش.

التقريب: نتيجة الانتفاخ بتتحسب كنسبة مئوية من ارتفاع العينة الأصلي وتتسجل لأقرب ٠,١٪.



NOTE 1—See Table 2 for SI equivalents.

FIG. 2 Expansion-Measuring Apparatus

أولاً: ترجمة بيانات الشكل رقم ٢ (FIG. 2)

١. الحامل ثلاثي القوائم وساعة القياس (TRIPOD AND DIAL INDICATOR):

DIAL INDICATOR: ساعة قياس (مبين رقمي أو ميكانيكي) بقطر ٢-٤/١ بوصة.

CLAMP FOR DIAL INDICATOR: مشبك لتثبيت ساعة القياس في مكانها.

٧-٢/١": العرض الكلي لقاعدة الحامل ثلاثي القوائم.

٤-٤/٣": الارتفاع الكلي للحامل.

٢. اللوحة والساق القابلة للضبط (ADJUSTABLE STEM & PLATE):

MATERIAL: BRASS: المادة المصنوع منها: النحاس الأصفر (عشان ميتفاعلش مع المية ويصدي).

HOLES DRILLED THRU UNIFORMLY SPACED: ٤٢ ثقباً محفوراً وموزعة بانتظام بقطر ١/١٦ بوصة (عشان تسمح للمية تدخل وتخرج من التربة بسهولة).

Ø5-15/16" to 5-7/8": القطر الخارجي للوحة القاعدة.

MEDIUM KNURL: جزء محزز مخرش لسهولة الربط والضبط باليد.

ثانياً: شرح تفصيلي لمكونات الشكل رقم ٢ (FIG. 2)

بيتكون الجهاز من جزئين رئيسيين، وكل جزء له وظيفة هندسية محددة:

١. طقم ساعة القياس والحامل (Tripod and Dial Indicator)

ده الجزء اللي بيفضل راكب فوق قالب التربة طول الـ ٤ أيام:

ساعة القياس (Dial Indicator): قطرها ٢-٤/١ بوصة، وظيفتها تقيس أي حركة رأسية بسيطة جداً للتربة.

الحامل ثلاثي القوائم (Tripod): له ٣ أرجل عشان يثبت

6.8 *Penetration Piston*—A metal piston 1.954 6 0.005 in. (49.63 6 0.13 mm) in diameter and not less than 4 in. (101.6 mm) long (see Fig. 3).

بند رقم ٦,٨ الترجمة

مكبس الاختراق: مكبس معدني بقطر ٤٩,٦٣ ± ٠,١٣ ملم (١,٩٥٤ ± ٠,٠٠٥ بوصة) وبطول لا يقل عن ١٠١,٦ ملم (٤ بوصات).

بند رقم ٦,٨ الشرح

المكبس ده يا هندسة هو اللسان اللي بينقل القوة من الماكينة لقلب التربة، والمواصفة حددت أبعاده بالملي لسببين في غاية الأهمية:

سر المساحة: القطر ده (٤٩,٦٣ ملم) مش رقم عشوائي، هو محسوب عشان تكون مساحة سطح المكبس بالضبط ٣ بوصة مربعة (تقريبًا ١٩,٣٥ سم²). ليه؟ عشان لما نقسم الحمل اللي الماكينة بتقرأه على المساحة دي، نطلع الإجهاد (Stress) اللي بنقارنه بالإجهاد القياسي للزلط المكسر ونطلع نسبة ال CBR.

الطول المناسب: لازم طول المكبس ما يقلش عن ١٠ سم عشان يقدر يعدي من وسط أوزان التحميل (Surcharge Weights) اللي حطيناها فوق وش التربة، ويغرس جوه التربة المسافة المطلوبة (لغاية ١٢,٧ ملم) من غير ما جسم الماكينة أو الوصلات تخبط في الأوزان أو في حافة القالب.

ليه بنحط الأوزان قبل ما نغمر العينة في المية؟

دي نقطة فنية بتميز المهندس الفاهم يا هندسة. إحنا بنحط أوزان التحميل الإضافي (Surcharge) قبل ما نغمر العينة في حوض المية لمدة ٤ أيام لسببين:

محاكاة الواقع (Confinement): في الطبيعة، تربة التأسيس مش بتكون مكشوفة للسماء، بيكون فوقيها وزن طبقات الأسفلت والسن. الوزن ده بيعمل تقييد للتربة ويمنعها إنها تنتفخ بحرية كاملة. فإحنا بنحط الأوزان عشان نوفر نفس ضغط التقييد ده أثناء تشبع التربة بالمية.

قياس الانتفاش الحقيقي: لو غمرت العينة من غير أوزان، التربة هتنفش وتتمدد بشكل مبالغ فيه (Swell) مش هيحصل في الموقع أبدًا. وده هيدي انطباع غلط للاستشاري إن التربة دي سيئة جدًا، بينما هي في الحقيقة تحت وزن الطريق هتكون مستقرة.

تريكة ا:

وإنت بتركب المكبس في الماكينة، تأكد إنه رأسي تمامًا (١٠٠٪ Vertical). لو المكبس فيه ميل ولو بسيط، هيحتك بجوانب أوزان التحميل وهو نازل، وده هيزود قراءة الحمل (بسبب الاحتكاك) وهيطلع لك قيمة CBR أعلى من الحقيقة ودي غلطة ممكن تتسبب في انهيار الطريق بعدين.

6.9 *Balance*—A class GP5 balance meeting the requirements of Specifications D4753 for a balance of 1-g readability.

بند رقم ٦,٩ الترجمة

الميزان ميزان من الفئة GP5 يستوفي متطلبات المواصفات D4753 لميزان بدقة قراءة ١ جرام

بند رقم ٦,٩ الشرح

الميزان في تجربة ال CBR لازم يكون عِفريت يا هندسة يعني بيتحمل أوزان تقيلة وفي نفس الوقت دقيق و المواصفة طلبت فئة GP5 ودقة ١ جرام لسبب منطقي جداً:

السعة الكبيرة: قالب ال CBR بالتربة اللي جواه ممكن يوصل وزنه لـ ١٠ أو ١٢ كيلوجرام. الموازين الحساسة الصغيرة بتاعة الذهب مش هتنفع هنا، لازم ميزان سعة ٢٠ كجم على الأقل.

دقة الحسابات: ال ١ جرام ده مهم جداً وإحنا بنحسب وزن المية اللي في العينة. لو الميزان بيغلط في كام جرام، حسابات الكثافة الجافة هتطلع غلط وده هيخليك ترسم نقطة ال CBR في مكان غلط على المنحنى.

و دايماً اتأكد إن الميزان موزون أفقياً الفقاعة ميزان المية تكون في النص قبل ما توزن القالب و لو الميزان مايل القراءة هتتأثر. وخلي بالك إنك توزن القالب مع القاعدة والتربة في البداية قبل الغمر وفي النهاية بعد الغمر عشان تعرف العينة شربت مية قد إيه بالظبط.

6.10 *Drying Oven*—Thermostatically controlled, preferably of a forced-draft type and capable of maintaining a uniform temperature of 230 ± 9°F (110 ± 5°C) throughout the drying chamber.

بند رقم ٦,١٠ الترجمة

فرن التجفيف يتم التحكم فيه بواسطة منظم حرارة ويفضل أن يكون من نوع التهوية القسرية وقادر على الحفاظ على درجة حرارة منتظمة قدرها ١١٠ ± ٥ درجات مئوية ٢٣٠ ± ٩ درجات فهرنهايت في جميع أنحاء غرفة التجفيف

بند رقم ٦,١٠ الشرح

الفرن ده يا هندسة هو اللي بيكشف لنا المستخبى بخصوص كمية المية اللي في التربة ومن غيره مش هنعرف

من الموقع حرشة وفيها زلط كتير أكبر من ١٩ ملم. لو شلنا الزلط الكبير ورميناه وسكتنا إحنا كده غيرنا طبيعة التربة وخليناها أنعم وأضعف من الحقيقة عشان كده بنعمل الآتي:

النخل: بننخل العينة الكبيرة اللي جاية من الموقع على منخل ٤/٣ بوصة (١٩ ملم).

الوزن: بنوزن كمية الزلط المحجوز اللي ما عداش من المنخل

التعويض: بنرمي الزلط الكبير ده، وبناخد نفس وزنه بالظبط من مادة تانية تكون أصغر شوية يعني مادة بتعدي من منخل ٤/٣ بوصة بس بتتحجز على منخل رقم ٤.

الخلط: بنضيف المادة الجديدة دي على العينة الأصلية ونخلطهم كويس.

ليه بنعمل كل ده؟

عشان نحافظ على نسبة الحصى في العينة ثابتة و إحنا بس شلنا المقاسات الكبيرة للي بتبوظ الاختبار وحطينا مكانها مقاسات متوسطة تقدر تدخل القالب وتتدمك صح تحت المكبس وبكده نكون طلعنا نتيجة CBR بتمثل قوة التربة في الموقع فعلاً بدون مبالغة أو نقص.

6.12 *Filter Paper*—A fast filtering, high grade hardened, low ash filter paper, 6.000 in. (152.4 mm) diameter.

٦,١٢الترجمة

ورق ترشيح — ورق ترشيح سريع، عالي الجودة، مقوى، منخفض نسبة الرماد، بقطر ٦,٠٠٠ بوصة (١٥٢,٤ ملم)

٦,١٢ الشرح

بص يا هندسة، ورق الترشيح اللي في اختبار CBR طبقًا لمواصفة ASTM مش أي ورقة وخلاص. ده له مواصفات معمولة مخصوص عشان نتيجة مظبوطة.

أول حاجة سريع الترشيح

يعني المية تعدي منه بسهولة وهو ميتحطش كطبقة عازلة تعطل التشبع. إحنا عايزين العينة تشرب مية طبيعي أثناء الغمر، مش نقفلها بورقة خانقة.

تاني حاجة عالي الجودة ومقوى

الورقة دي هتفضل تحت أوزان التحميل وفوق التربة ٤ أيام كاملة في المية. لو ضعيفة هتتهرى أو تتقطع، وساعتها سطح العينة هيبوظ والنتيجة هتطلع مش دقيقة.

تالت حاجة منخفض الرماد

نحسب محتوى الرطوبة (Water Content) ولا هنعرف نوصل للكثافة الجافة (Dry Density) اللي هي أساس حسابات ال CBR

المواصفة هنا بتأكد على نقطتين مهمين:

مروحة توزيع الهواء (Forced-draft): دي مهمة جداً عشان تضمن إن الحرارة متوزعة بالتساوي في كل ركن جوه الفرن يعني ما ينفعش العينة اللي جنب السخان تنشف زيادة واللي بعيد عنه تفضل مبلولة والمروحة بتخلي الهواء السخن يلف بانتظام جوه الغرفة

درجة الحرارة الثابتة: ال ١١٠ درجات مئوية دول هم الرقم السحري لتجفيف التربة ولو زادت عن كده ممكن تحرق المواد العضوية اللي في التربة وتغير في خصائصها ولو قلت عن كده المية مش هتتبخر بالكامل والنتيجة هتكون غلط

ودايماً حط عينات الرطوبة في نص الفرن مش لزق في الجوانب أو تحت السخانات مباشرة ولازم تسيب العينة وقت كافي من ١٦ ل ٢٤ ساعة لغاية ما وزنها يثبت يعني توزنها مرتين ورا بعض وتلاقي الفرق بينهم بقى معدوم ساعتها بس تتأكد إنها نشفت تماماً

6.11 *Sieves*—¾ in. (19 mm) and No. 4 (4.75 mm), conforming to the requirements of Specification E11.

بند رقم ٦,١١ الترجمة

٦,١١ المناخل – منخل ٤/٣ بوصة (١٩ ملم) ومنخل رقم ٤ (٤,٧٥ ملم)، مطابق لمتطلبات المواصفة E11.

بند رقم ٦,١١ الشرح

البند ده يا هندسة هو الفلتر اللي بيضمن إن العينة اللي داخلة القالب هي فعلاً اللي ينفع تتختبر. إحنا بنحتاج المنخلين دول بالذات عشان نجهز العينة بطريقة صحيحة:

منخل ٤/٣ بوصة (١٩ ملم): ده هو الخط الأحمر في اختبار ال CBR. لو التربة فيها حصى أو زلط أكبر من المقاس ده ما ينفعش تدخل القالب وتتحط تحت المكبس الصغير. ليه؟ لأن لو المكبس نزل على زلطة كبيرة اكبر من ١٩ ملم هيقيس قوة الزلطة دي لوحدها مش قوة التربة ككل وده هيطلع نتيجة عالية جداً ووهمية. فإحنا بننخل العينة وأي حاجة بتتحجز على منخل ١٩ ملم بنستبعدها.

منخل رقم ٤ (٤,٧٥ ملم): ده بنستخدمه علشان نعمل بيه استبدال لجزء المحجوز علي ٤/٣

طريقة الاستبدال والتعويض:

دي بقى التريكة اللي بنعملها لما تكون العينة اللي جاية

تالت نقطة: الاستقامة بسماحية ±٠,٠٠٥ بوصة

المواصفة محددة دقة عالية جدًا في استقامة المسطرة. لو فيها عوج بسيط، هتنقل العوج ده لسطح العينة، وساعتها الاختراق مش هيبدأ من سطح مستوي حقيقي.

رابع نقطة: حافة الكشط تكون مشطوفة لو سُمكها أكبر من ٣ ملم

ليه؟ عشان وهي بتعدي على التربة متعملش خدش عميق أو تسحب جزء من السطح. الحافة المشطوفة بتخلي التسوية ناعمة ومن غير اقتلاع حبيبات.

وظيفتها ببساطة

بعد ما تخلص دمك الطبقات في القالب، بتمرر المسطرة على الحافة العلوية للقالب عشان تشيل الزيادة وتسوي السطح بالظبط على مستوى حافة القالب. لو الخطوة دي مش متعملة بدقة، كل الحسابات بعد كده هتبقى مبنية على سطح مش مظبوط.

يعني لما تنشف أو لو حصل فيها تحلل بسيط، متسيبش بقايا معدنية تأثر على خواص التربة. الهدف إنها تبقى عنصر فاصل بس، مش عنصر داخل في التفاعل.

رابع حاجة القطر ١٥٢,٤ ملم

الرقم ده معمول عشان يساوي قطر قالب ال ٦ بوصة بالظبط. لو أصغر هتسيب فراغ على الجنب وتسمح للتربة تطلع. لو أكبرهتحتك بجدار القالب وتعمل مقاومة ملهاش لازمة.

وظيفتها ببساطة

بتتحط فوق وش التربة وتحت صفيحة التمدد قبل الغمر و بتخلي المية تعدي وتحافظ على سطح العينة مستوي تحت الأوزان عشان الانتفاش اللي نقيسه يبقى ناتج عن التربة نفسها مش عن لعب في السطح.

6.13 *Straightedge*—A stiff metal straightedge of any convenient length but not less than 10.0 in. (254 mm). The total length of the straightedge shall be machined straight to a tolerance of 60.005 in. (60.13 mm). The scraping edge shall be beveled if it is thicker than ⅛ in. (3 mm).

٦,١٣ الترجمة

مسطرة معدنية مستقيمة — مسطرة معدنية صلبة بطول مناسب لا يقل عن ١٠,٠ بوصة (٢٥٤ ملم). يجب أن يكون الطول الكلي للمسطرة مشغول ميكانيكيًا ليكون مستقيمًا ضمن سماحية قدرها ±٠,٠٠٥ بوصة (±٠,١٣ ملم). ويجب أن تكون حافة الكشط مشطوفة إذا زاد سمكها عن ١/٨ بوصة (٣ ملم).

٦,١٣الشرح

المسطرة دي يا هندسة أداة بسيطة في شكلها، لكنها أساسية جدًا في ضبط سطح العينة في اختبار CBR.

أول نقطة: لازم تكون صلبة

يعني متبقاش مرنة أو بتتقوس وإنت بتسوي بيها. لو اتنت شوية وإنت بتضغط عليها، سطح العينة هيطلع مقعر أو محدب، وده يغير توزيع الحمل وقت الاختراق.

تاني نقطة: الطول لا يقل عن ١٠ بوصة

عشان تغطي قطر القالب بالكامل (٦ بوصة) ويكون في جزء ماسكه بإيدك برا القالب. الطول الأقل هيخليك تميلها غصب عنك.

6.14 *Soaking Tank or Pan*—A tank or pan of sufficient depth and breath to allow free water around and over the assembled mold. The tank or pan should have a bottom grating that allows free access of water to the perforations in the mold's base.

٦,١٤ الترجمة

حوض أو إناء الغمر — حوض أو إناء بعمق وعرض كافيين يسمحان بوجود ماء حر حول وفوق القالب المُركب بالكامل. يجب أن يحتوي الحوض أو الإناء على شبكة سفلية تسمح بوصول الماء بحرية إلى الثقوب الموجودة في قاعدة القالب.

٦,١٤ الشرح

حوض الغمر في اختبار CBR مش مجرد جردل مية كبير. المواصفة محددة له شروط عشان يضمن إن العينة تتشبع صح.

أول حاجة العمق والعرض الكافيين

القالب بعد ما يتركب عليه القاعدة المثقبة وورق الترشيح وأوزان التحميل لازم يتحط في المية بحيث المية تبقى حواليه ومن فوقه كمان. لو المية بس لامسة الجنب من غير ما تغطي السطح، التشبع هيبقى غير منتظم.

تاني حاجة وجود شبكة في القاع

قاعدة قالب ال CBR فيها ثقوب عشان المية تدخل للعينة من تحت. لو القالب قاعد مباشر على أرضية الحوض، الثقوب دي هتتقفل ومش هيدخل مية من تحت. عشان كده لازم شبكة أو رف سلك يرفع القالب شوية ويسمح للمية تعدي من تحت لفوق بحرية.

ليه ده مهم؟

إحنا عايزين التربة تتشبع من كل الاتجاهات، زي ما بيحصل في الطبيعة لما منسوب المية الجوفية يعلى. لو التشبع حصل من فوق بس، الانتفاخ هيبقى غير ممثل للحالة الحقيقية.

الخلاصة

الحوض لازم يوفر مية حرة حوالي العينة بالكامل، والشبكة السفلية تضمن إن قاعدة القالب تفضل مفتوحة للمية طول فترة الغمر الأربع أيام، من غير أي عوائق.

6.15 *Mixing Tools*—Miscellaneous tools such as mixing pan, spoon, trowel, spatula, etc., or a mechanical device for thoroughly mixing the sample of soil with water.

٦,١٥ الترجمة

أدوات الخلط — أدوات متنوعة مثل حوض الخلط، الملعقة المجرفة المسطرة ، إلخ أو جهاز ميكانيكي لخلط عينة التربة بالماء بشكل كامل.

٦,١٥ الشرح

أدوات الخلط في اختبار CBR مش مجرد أدوات عادية. وظيفتها إنها تضمن إن كل حبة رمل أو تربة دقيقة تتشبع بالمية بشكل متساوي.

أول حاجة أدوات يدوية

زي الملعقة، المجرفة، المسطرة، أو حوض صغير للخلط. لما تخلط يدوي، لازم تقلب التربة والمية كويس جدًا، من أول الحافة للوسط، عشان مفيش مكان جاف أو فيه كتل متماسكة.

تاني حاجة ممكن جهاز ميكانيكي

لو عندك خلاط ميكانيكي، بيعمل نفس المهمة لكن أسرع وبشكل متساوي. ميزة الميكانيكي إنه يقلل التعب ويوصل لعينة متجانسة أكتر.

ليه ده مهم؟

لو الخلط مش كويس، بعض أجزاء العينة هتفضل جافة أو فيها تكتلات، وده هيخلي قراءة الـ CBR غلط. النتيجة هتبقى أقل أو أعلى من الحقيقة حسب توزيع الرطوبة داخل العينة.

الخلاصة

الهدف من أدوات الخلط سواء يدوية أو ميكانيكية، إنك تطلع عينة تربة متجانسة مية بالكامل قبل ما تدخلها القالب وتبدأ الاختبار، عشان كل القياسات بعد كده تبقى دقيقة وممثلة للواقع.

فوق منخل ٤/٣ بوصة، هنا ممنوع يدخل القالب. بس لو رميته، العينة هتبقى أنعم من الحقيقة. فالحل هو الإحلال والتعويض :
بنشيل الزلط اللي أكبر من ١٩ ملم ونوزنه مثلاً طلعوا ٢ كيلو.
بنروح لبقية العينة الكبيرة اللي لسه ما استخدمناهاش، وننخلها وناخد منها زلط متوسط محجوز بين منخل ١٩ ملم ومنخل ٤,٧٥ ملم
ناخد من الزلط المتوسط ده ٢ كيلو بالظبط ونخطهم مكان الزلط الكبير اللي رميناه.
ليه اللفة دي كلها؟
عشان نحافظ على نسبة الركام في العينة ثابتة. لو العينة أصلاً فيها ٢٠٪ حصى لازم تفضل ٢٠٪ حصى جوه القالب بس بمقاسات "محترمة" ما تكسرش المكبس أو تخدعنا في القراءة.
تريكة الفني الشاطر
خلي بالك يا هندسة، المادة اللي هتعوض بيها لازم تكون من نفس العينة و ما ينفعش تجيب سن من بره أو من عينة تانية وتعوض بيه لأن كل تربة ليها طبيعة وتدرج مختلف والهدف هو محاكاة الواقع بأقصى دقة ممكنة.

7 Sample

٧. العينة

7.1 The specimen(s) for compaction shall be prepared in accordance with the procedures given in Method C of Test Methods D698 or D1557 for compaction in a 6.000-in. (152.4-mm) mold except as follows:

بند رقم ٧,١ – الترجمة
٧,١يجب تجهيز عينة (أو عينات) الدمك وفقاً للإجراءات الموضحة في الطريقة (C) من طرق الاختبار D698 (البركتور العادي) أو D1557 (البركتور المعدل) للدمك في قالب بقطر ١٥٢,٤ ملم (٦,٠٠٠ بوصة)، باستثناء ما يلي:

7.1.1 If all material passes a ¾-in. (19-mm) sieve, the entire gradation shall be used for preparing specimens for compaction without modification. If material is retained on the ¾-in. (19-mm) sieve, the material retained on the ¾-in. (19-mm) sieve shall be removed and replaced by an equal mass of material passing the ¾-in. (19-mm) sieve and retained on the No. 4 (4.75 mm) sieve obtained by separation from portions of the sample not used for testing.

بند رقم ٧,١,١ الترجمة
إذا مرت جميع المواد من منخل ٤/٣ بوصة (١٩ ملم)، فيجب استخدام التدرج بالكامل لتجهيز عينات الدمك دون تعديل. أما إذا تم حجز مواد على منخل ٤/٣ بوصة (١٩ ملم)، فيجب إزالة هذه المواد المحجوزة واستبدالها بكتلة مساوية من المواد المارة من منخل ٤/٣ بوصة (١٩ ملم) والمحجوزة على منخل رقم ٤ (٤,٧٥ ملم)، والتي يتم الحصول عليها عن طريق الفصل من أجزاء العينة التي لم تُستخدم في الاختبار.

بند رقم ٧,١,١ الشرح
المواصفة هنا بتحل مشكلة تقنية كبيرة: وهي إن مكبس الاختراق قطره صغير (حوالي ٥ سم)، فلو نزل على زلطة كبيرة (أكبر من ١٩ ملم) هيقيس قوتها هي بس، والنتيجة هتطلع "خرافية" ومش حقيقية.
البند ده بيقسم الشغل لحالتين:
الحالة الأولى (السهلة): لو التربة اللي جاية من الموقع ناعمة أو زلطها صغير (كله بيعدي من منخل ٤/٣ بوصة)، هنا مسموح لك تاخد العينة بتدرجها الطبيعي زي ما هي وتدمكها بـ المطرقة في القالب.
الحالة الثانية (شغل المعلمين): لو لقيت زلط كبير الحجز

Ø1.954 ± 0.005": القطر الخارجي للمكبس (وده أهم رقم لأنه بيحدد مساحة التحميل اللي هي تقريباً ٣ بوصة مربعة).

٤": طول المكبس الأساسي ٤ بوصة.

VARIABLE LENGTH DEPENDING ON TEST CONDITIONS: طول متغير حسب ظروف الاختبار (ممكن نركب له وصلات تطويل).

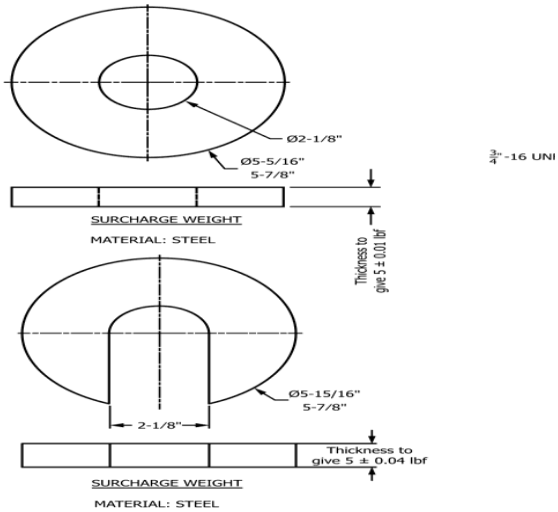
ثانياً: الشرح (ليه الأشكال دي مهمة؟)

١. فايدة أوزان التحميل (Surcharge):

إحنا مش بنسيب التربة "براحتها" وأنت بتكسرها بالمكبس. الأوزان دي هدفها تمثيل وزن طبقات الرصف اللي هتتحط فوق التربة دي في الحقيقة (الأسفلت والسن). لو محطتش الأوزان دي، التربة هتنتفخ لفوق بسهولة وتديك نتيجة CBR ضعيفة جداً مش حقيقية.

٢. دقة المكبس (Piston):

المواصفة دقيقة جداً في قطر المكبس (١,٩٥٤ بوصة). أي تآكل في المكبس أو صدأ يغير قطره هيخلي مساحة التحميل تتغير، وبالتالي حسابات الإجهاد (Stress = Load / Area) هتطلع غلط تماماً.



NOTE 1—See Table 2 for SI equivalents.

FIG. 3 Surcharge Weights and Penetration Piston

أولاً: ترجمة بيانات الشكل رقم ٣ (FIG. 3)

١. أوزان التحميل (SURCHARGE WEIGHT):

MATERIAL: STEEL: المادة المصنوع منها: الصلب (الحديد).

Thickness to give 5 ± 0.01 lbf: السُمك المطلوب ليعطي وزن ٥ رطل ± 0.01 pm.

Ø5-5/16" to 5-7/8": القطر الخارجي يتراوح بين ٥,٣١ و ٥,٨٧ بوصة.

Ø2-1/8": قطر الفتحة الداخلية ٢,١٢٥ بوصة.

الوزن المشقوق (U-shaped): ده النوع اللي بنحطه فوق العينة عشان يسمح للمكبس بالمرور من النص.

٢. مكبس الاختراق (PENETRATION PISTON):

MATERIAL: STEEL: المادة المصنوع منها: الصلب.

8. Test Specimens

8.1 Bearing Ratio at Optimum Water Content Only—Using material prepared as described in 7.1, conduct a control compaction test with a sufficient number of test specimens to establish the optimum water content for the soil using the compaction method specified, either Test Methods D698 or D1557. A previously performed compaction test on the same material may be substituted for the compaction test just described, provided that if the sample contains material re- tained on the ¾-in. (19-mm) sieve, soil prepared as described in 7.1 is used.

بند رقم ٨,١ – الترجمة

نسبة التحمل عند محتوى الماء الأمثل فقط باستخدام المواد المحضرة كما هو موضح في ٧,١ يتم إجراء اختبار ضغط ضابط بعدد كاف من عينات الاختبار لتحديد محتوى الماء الأمثل للتربة باستخدام طريقة الضغط المحددة سواء كانت طرق الاختبار ASTM D698 أو ASTM D1557 ويمكن استبدال اختبار الضغط الموصوف باختبار ضغط تم إجراؤه مسبقاً على نفس المادة بشرط أنه إذا كانت العينة تحتوي على مادة محتجزة على منخل ١٩ مم يتم استخدام تربة محضرة كما هو موضح في ٧,١

بند رقم ٨,١ – الشرح

خلي بالك يا هندسة البند ده هو حجر الأساس لاختبار CBR عشان يحدد لنا إزاي نجهز العينات اللي هنختبارها . الفكرة ببساطة إنك لو عايز تحسب نسبة التحمل عند أحسن حالة للتربة اللي هي محتوى المية الأمثل لازم الأول تعمل اختبار بروكتور سواء العادي ASTM D698 أو المعدل ASTM D1557 عشان تطلع قيمة ال OMC وال MDD.

المواصفة بتقولك ممكن تستخدم نتايج بروكتور قديمة عندك لو كانت لنفس التربة بالظبط بس بشرط مهم جداً وهو لو التربة فيها حصى كبير محجوز على منخل ٤/٣ بوصة اللي هو ١٩ مم لازم تتبع طريقة التحضير المعينة اللي بتعوض الحصى الكبير ده بوزن مكافئ من الحبيبات الأصغر عشان العينة جوه قالب ال CBR تطلع بتمثل الواقع وميحصلش فيها فراغات كبيرة تبوظ التجربة.

يعني لو عندك عينة تربة وطلعت نسبة المية المثالية فيها من اختبار بروكتور هي ١٢,٥٪ وكثافتها الجافة ٢,١٥ جرام لكل سنتيمتر مكعب يبقى لازم تجهز عينات ال CBR بنفس نسبة المية دي بالظبط عشان تشوف قوتها هتبقى عاملة إزاي عند الحالة دي.

NOTE 2—Maximum dry unit weight obtained from a compaction test performed in a 4.000-in. (101.6-mm) diameter mold may be slightly greater than the maximum dry unit weight obtained from compaction in the 6.000-in. (152.4-mm) compaction mold or CBR mold.

بند رقم ملاحظة ٢ – الترجمة

ملاحظة ٢ قد تكون الكثافة الجافة القصوى التي يتم الحصول عليها من اختبار الضغط الذي أجري في قالب قطره ٤,٠٠٠ بوصة أي ١٠١,٦ مم أكبر قليلاً من الكثافة الجافة القصوى التي يتم الحصول عليها من الضغط في قالب ٦,٠٠٠ بوصة أي ١٥٢,٤ مم أو قالب CBR

بند رقم ملاحظة ٢ – الشرح

البند ده يا هندسة بيدينا معلومة فنية في غاية الأهمية وبتحل لغز بيحير ناس كتير في المعمل. الفكرة ببساطة إن حجم القالب بيأثر على كفاءة الدمك وتوزيع الطاقة جوه العينة. لما بنستخدم القالب الصغير ال ٤ بوصة الحبيبات بتبقى محكومة أكتر والاحتكاك مع جدار القالب بيخلينا نوصل لكثافة أعلى شوية من القالب الكبير ال ٦ بوصة اللي هو نفسه حجم قالب ال CBR.

وعشان كدة المواصفة بتنبهك إنك لو عملت بروكتور في قالب صغير وجيت تقارن النتيجة بدمك عينة ال CBR في القالب الكبير ممكن تلاقي فرق بسيط في الكثافة الجافة. يعني لو القالب الصغير طلع لك كثافة ٢,١٨ جرام لكل سنتيمتر مكعب ممكن القالب الكبير لنفس التربة يطلع ٢,١٥ جرام لكل سنتيمتر مكعب.

8.1.1 For cases where the CBR is desired at 100 % maxi- mum dry unit weight and optimum water content, compact a specimen using the specified compaction procedure, either Test Methods D698 or D1557, from soil prepared to within 60.5 percentage point of optimum water content determined in accordance with Test Method D2216.

بند رقم ٨,١,١ – الترجمة

للحالات التي يكون فيها مطلوباً الحصول على نسبة التحمل كاليفورني CBR عند ١٠٠ ٪ من الكثافة الجافة القصوى ومحتوى الماء الأمثل يتم دمج عينة باستخدام إجراء الدمك المحدد سواء كانت طرق الاختبار ASTM D698 أو ASTM D1557 من تربة محضر محتواها المائي في حدود ٠,٥ ٪ بالزيادة أو النقصان من محتوى الماء الأمثل المحدد وفقاً لطريقة الاختبار ASTM D2216

بند رقم ٨,١,١ – الشرح

البند ده يا هندسة بيحدد أدق طريقة لتجهيز عينة الـ CBR لما نكون عايزين نعرف قوة التربة في أحسن حالاتها يعني وهي مدموكة بنسبة ١٠٠ ٪ وعند المحتوى المائي المثالي. الفكرة ببساطة إن المواصفة بتلزمك بحد مسموح ضيق جداً لمحتوى المية وهو ٠,٥ ٪ بس فوق أو تحت الـ OMC اللي طلعتها من البروكتور.

يعني لو فرضنا إن اختبار البروكتور ASTM D1557 طلع لك إن

عالية غالباً فوق ال ١٠٠ ٪ والقالب التاني بندمكه ٢٥ دقة وده بيدي كثافة متوسطة والقالب التالت بندمكه ١٠ دقات وده بيدي كثافة قليلة. بعد ما نخلص بندخل العينات دي تتغمر في المية لو مطلوب وبعدين نكسرهم بجهاز الاختراق ونطلع قيمة CBR لكل واحد فيهم.
بعد كدة بنرسم علاقة بيانية بين الكثافة الجافة وقيمة ال CBR ومن الكيرف ده بنقدر نحدد بالظبط قيمة ال CBR اللي بتقابل نسبة الدمك المطلوبة في المواصفات الفنية للمشروع. الطريقة دي بتضمن إننا بنعبر عن حالة التربة الحقيقية في الموقع لو المقاول دمكها بنسبة ٩٥ ٪ بس.

8.2 Bearing Ratio for a Range of Water Contents—Prepare specimens in a manner similar to that described in 8.1 except that each specimen used to develop the compaction curve shall be penetrated. In addition, the complete water content-unit weight relationship for the 25-blows and 10-blows per layer compactions shall be developed and each test specimen com- pacted shall be penetrated. Perform all compaction in the CBR Mold. In cases where the specified unit weight is at or near 100 % maximum dry unit weight, it will be necessary to include a compactive effort greater than 56-blows per layer.

٨,٢ الترجمة

نسبة التحمل لمجموعة من محتويات الماء — حضر العينات بطريقة مشابهة للوصف في البند ٨,١، باستثناء أنه يجب اختراق كل عينة مستخدمة لتطوير منحنى الدمك. بالإضافة إلى ذلك، يجب تطوير العلاقة الكاملة بين محتوى الماء والكتلة الحجمية لكل من الدمك بـ ٢٥ ضربة و١٠ ضربات لكل طبقة، ويجب اختراق كل عينة تم دمكها. نفذ كل الدمك داخل قالب CBR. في الحالات التي يكون فيها الكتلة الحجمية المحددة عند أو قريبة من ١٠٠٪ من الكتلة الحجمية الجافة القصوى، سيكون من الضروري استخدام جهد دمك أكبر من ٥٦ ضربة لكل طبقة.

٨,٢ الشرح

بص يا هندسة، البند ده بيتكلم عن إزاي نعمل منحنى الدمك ونقيس نسبة التحمل CBR لعينة التربة عند محتويات مية مختلفة.

إيه اللي بيحصل؟

بنحضر العينات زي ما عملنا في البند ٨,١، يعني نجهز التربة ونقسمها طبقات في قالب ال CBR.

كل عينة بنستخدمها لتطوير المنحنى لازم نعمل لها اختراق بالمكبس. ده مهم عشان نعرف العلاقة بين الحمل والانضغاط لكل محتوى مية.

نسبة المية المثالية ١١,٢ ٪ يبقى لازم وأنت بتجهز عينة ال CBR في المعمل تتأكد إن المية اللي ضفتها خلت الرطوبة تطلع ما بين ١٠,٧ ٪ و ١١,٧ ٪ كحد أقصى. لو زدت أو قليت عن كدة العينة مش هتمثل الـ ١٠٠ ٪ دمج حقيقي وهتدي نتائج مضللة لقوة التحمل.

وعشان تظبط الحتة دي لازم تستخدم ميزان دقيق وتعمل اختبار رطوبة سريع حسب ASTM D2216 قبل ما تبدأ تدق العينة في القالب ال ٦ بوصة. الالتزام بالدقة دي هو اللي بيخلي نتيجة ال CBR يعتمد عليها في تصميم سمك طبقات الرصف.

8.1.2 Where the CBR is desired at optimum water content and some percentage of maximum dry unit weight, compact three specimens from soil prepared to within 60.5 percentage point of optimum water content and using the specified compaction but using a different number of blows per layer for each specimen. The number of blows per layer shall be varied as necessary to prepare specimens having unit weights above and below the desired value. Typically, if the CBR for soil at 95 % of maximum dry unit weight is desired, specimens compacted using 56, 25, and 10 blows per layer is satisfactory. Penetration shall be performed on each of these specimens.

بند رقم ٨,١,٢ – الترجمة

في الحالات التي يكون فيها مطلوباً الحصول على نسبة التحمل CBR عند محتوى الماء الأمثل ونسبة مئوية معينة من الكثافة الجافة القصوى يتم دمك ثلاث عينات من تربة محضر محتواها المائي في حدود ٠,٥ ٪ بالزيادة أو النقصان من محتوى الماء الأمثل وباستخدام طريقة الدمك المحددة ولكن باستخدام عدد ضربات مختلف لكل طبقة لكل عينة ويتم تغيير عدد الضربات لكل طبقة حسب الضرورة لتجهيز عينات ذات كثافة أعلى وأقل من القيمة المطلوبة وعادة إذا كان المطلوب هو CBR للتربة عند ٩٥ ٪ من الكثافة الجافة القصوى فإن دمك العينات باستخدام ٥٦ و ٢٥ و ١٠ ضربات لكل طبقة يكون كافياً ويتم إجراء اختبار الاختراق على كل من هذه العينات

بند رقم ٨,١,٢ – الشرح

البند ده يا هندسة هو اللي بنستخدمه في أغلب المشاريع عشان نطلع قيمة ال CBR اللي المصمم طالبها عند نسبة دمك معينة وليكن ٩٥ ٪ من البروكتور. الفكرة ببساطة إننا مش بنعمل عينة واحدة ونقيسها لا إحنا بنعمل ٣ عينات كلهم عند نفس الرطوبة اللي هي ال OMC بس بنغير مجهود الدمك في كل قالب عشان نطلع كيرف يربط بين الكثافة وقوة التحمل.
القالب الأول بندمكه ٥٦ دقة لكل طبقة وده بيدينا كثافة

القصوى من خلال الدمك في قالب قطر ٤ بوصة أي ١٠١,٦ مم قد يكون من الضروري دمك العينات كما هو موضح في ٨,١,٢ باستخدام ٧٥ ضربة لكل طبقة أو أي قيمة أخرى كافية لإنتاج عينة ذات كثافة تساوي أو تزيد عن الكثافة المطلوبة

بند رقم ملاحظة ٣ – الشرح

البند ده بيحل مشكلة فنية بتقابلنا كتير في المعمل يا هندسة. الفكرة ببساطة إننا لما بنعمل اختبار البروكتور في القالب الصغير ال ٤ بوصة الحبيبات بتبقى محبوسة في مساحة ضيقة فبتترص فوق بعضها أسهل وبيدينا كثافة عالية. لكن لما نيجي ننفذ ال CBR بنستخدم القالب الكبير ال ٦ بوصة ولو دمجنا فيه بنفس ال ٥٦ ضربة المعتادة هتلاقي الكثافة طلعت أقل من اللي طلعت في القالب الصغير.

عشان كده الملحوظة دي بتقولك لو إنت محتاج توصل لـ ١٠٠ ٪ من كثافة البروكتور اللي اتعمل في القالب الصغير متكتفيش بال ٥٦ ضربة في قالب ال CBR الكبير. إنت ممكن توصل ل ٧٥ ضربة لكل طبقة أو أكتر المهم إنك تدمك العينة بقوة تخليها توصل لنفس الكثافة الجافة اللي إنت استهدفتها. يعني إحنا هنا بنزود مجهود الدمك عشان نعوض كبر حجم القالب ونضمن إن عينة ال CBR بتمثل فعلاً حالة التربة في أقصى كثافة ليها.

NOTE 4—A semilog log plot of dry unit weight versus compactive effort usually gives a straight line relationship when compactive effort in ft-lb/ft3 is plotted on the log scale. This type of plot is useful in establishing the compactive effort and number of blows per layer needed to bracket the specified dry unit weight and water content range.

بند رقم ملاحظة ٤ – الترجمة

ملاحظة ٤ عادة ما يعطي الرسم البياني نصف اللوغاريتمي للكثافة الجافة مقابل مجهود الدمك علاقة خط مستقيم عندما يتم رسم مجهود الدمك بوحدة قدم باوند لكل قدم مكعب على المقياس اللوغاريتمي وهذا النوع من الرسم مفيد في تحديد مجهود الدمك وعدد الضربات لكل طبقة اللازمة لحصر الكثافة الجافة المحددة ونطاق محتوى الماء

بند رقم ملاحظة ٤ – الشرح

البند ده يا هندسة بيعلمنا صنعة رسم الكيرفات عشان منقعدش نجرب ونضيع وقت في المعمل. الفكرة ببساطة إن العلاقة بين الكثافة الجافة ومجهود الدمك مش علاقة عادية لا دي علاقة "لوغاريتمية". يعني لو جبت ورقة رسم بياني (نصف لوغاريتمية) وحطيت مجهود الدمك على المحور اللوغاريتمي والكثافة على المحور العادي هتلاقي النقط طلعت لك على خط مستقيم واحد.

نعمل الدمك حسب الضربات المحددة: مرة ٢٥ ضربة لكل طبقة ومرة ١٠ ضربات لكل طبقة، ونقيس كل واحدة بعد الدمك.

لو العينة محتاجه تكون قريبة من الكتلة الحجمية الجافة القصوى (١٠٠٪)، الضربات العادية مش هتكفي. هنا لازم نزود الدمك لأكتر من ٥٦ ضربة لكل طبقة عشان نوصل للتماسك المطلوب.

مثال عملي

تخيل يا هندسة إن عندنا عينة تربة من طبقة Subgrade. الهدف إننا نعمل منحنى الدمك ونحسب CBR عند محتويات مية مختلفة:

١. تجهيز العينة:

بنقسم التربة على ٣ طبقات داخل قالب ٦ بوصة.

أول طبقة بنعملها ب ١٠ ضربات لكل طبقة، الثانية نفس الكلام، الثالثة برضه ١٠ ضربات.

٢. اختبار الاختراق بعد الدمك:

بعد ما الدمك خلص، بنعمل اختراق بالمكبس لكل عينة. بنسجل الحمل عند اختراق ٢,٥ مم و٥ مم.

٣. تكرار الدمك مع محتوى مية مختلف:

نزود محتوى المية تدريجيًا ٢٪، ٤٪، ٦٪، ونعمل الدمك بنفس طريقة الضربات.

نلاحظ الحمل الناتج عند نفس عمق الاختراق ونرسم منحنى العلاقة بين محتوى المية والكتلة الحجمية.

٤. الدمك الأقصى:

لو وصلنا لنقطة إن الكتلة الحجمية قريبة من الحد الأقصى الجاف (١٠٠٪)، بنزيد الدمك لأكثر من ٥٦ ضربة لكل طبقة عشان نوصل التربة لأقصى تماسك.

الخلاصة

البند ده بيضمن إنك تطلع منحنى دمك كامل يشمل كل محتويات المية، وكل عينة اتعملها دمك لازم يتم اختراقها، وده مهم جدًا عشان تحسب CBR صح وممثل للواقع.

NOTE 3—Where the maximum dry unit weight was determined from compaction in the 4-in. (101.6-mm) mold, it may be necessary to compact specimens as described in 8.1.2, using 75 blows per layer or some other value sufficient to produce a specimen having a unit weight equal to or greater than that required.

بند رقم ملاحظة ٣ – الترجمة

ملاحظة ٣ في الحالات التي يتم فيها تحديد الكثافة الجافة

التماثل المعقول لمحتوى الماء في العينة المدموكة

بند رقم ٨,٢,١ – الشرح

البند ده يا هندسة بيركز على دقة الرطوبة جوه قالب ال CBR لأن المية هي اللي بتتحكم في كثافة وقوة التربة. الفكرة ببساطة إنك لازم تتأكد إن الرطوبة اللي بدأت بيها هي نفسها اللي نهيت بيها دمك القوالب عشان العينة تكون متجانسة والنتيجة يعتمد عليها.

المواصفة بتقولك لو المعمل عندك مكيف ودرجة الحرارة فيه مظبوطة والتربة متغطية طول الوقت عشان المية متبخرش خلاص خد عينة رطوبة واحدة وكتر ألف خيرك. لكن لو شغال في جو حر أو الهوا ضارب في التربة المية هتتبخر بسرعة وأنت شغال بتدمك ال ٣ قوالب وساعتها المواصفة بتلزمك تاخد عينتين رطوبة واحدة في أول الشغل خالص وواحدة من التربة اللي فضلت في الصينية بعد ما خلصت دمك آخر قالب وتجيب المتوسط بتاعهم.

وخلي بالك من الرقم ١,٥ ٪ ده مهم جداً لأنه لو الفرق بين عينة البداية والنهاية زاد عنه يبقى العينة بتاعتك مش متجانسة والرطوبة فيها مش متوزعة صح وكده الاختبار ده مش هيعبر عن الواقع ولازم تعيده عشان تضمن إن القالب كله واخد نفس نسبة المية من فوق لتحت.

وعشان نطبق ده عملياً إحنا بنحسب طاقة الدمك للمعادلة دي:

$$E = (N * n * W * h) / V$$

حيث:

E **هي طاقة الدمك**

N **عدد الضربات (١٠ أو ٢٥ أو ٥٦)**

N **عدد الطبقات (٣ أو ٥) على حسب شغال بركتور قياسي ولا معدل**

W **وزن المطرقة (٥,٥ أو ١٠ باوند)**

H **ارتفاع السقوط (١٢ أو ١٨ بوصة)**

V **حجم القالب**

مثال عملي بالأرقام:

لو دمكنا ب ١٠ ضربات وطلعت الكثافة ١,٨٥ وب ٥٦ ضربة وطلعت الكثافة ٢,١٠ ورسمناهم على ورقة سيمي لوج ووصلنا بينهم بخط مستقيم نقدر بمجرد النظر نعرف إننا لو محتاجين كثافة ٢,٠٠ يبقى لازم ندمك ب ٣٢ ضربة مثلاً. الحركة دي بتخليك تنشن صح على عدد الضربات اللي يوصلك للكثافة اللي المواصفة عايزاها من غير ما تعيد الاختبار كذا مرة.

8.2.1 Take a representative sample of the material before it is soaked for the determination of water content to the nearest 0.1 % in accordance with Test Method D2216. If the compaction process is conducted under a controlled temperature range, 65 to 75°F (18 to 24°C), and the processed material is kept sealed during the compaction process, only one representative water content sample is required. However if the compaction process is being conducted in an uncontrolled environment take two water content samples one at the beginning of compaction and another sample of the remaining material after compaction. Use Test Method D2216 to determine the water contents and average the two values for reporting. The two samples should not differ more than 1.5 percentage points to assume reasonable uniformity of the compacted specimen's water content.

بند رقم ٨,٢,١ – الترجمة

يتم أخذ عينة ممثلة من المادة قبل غمرها لتحديد محتوى الماء لأقرب ٠,١ ٪ وفقاً لطريقة الاختبار ASTM D2216 وإذا أجريت عملية الدمك تحت نطاق درجة حرارة مضبوطة تتراوح بين ١٨ إلى ٢٤ درجة مئوية وتم الاحتفاظ بالمادة المعالجة مغلقة أثناء عملية الدمك يلزم أخذ عينة محتوى مائي ممثلة واحدة فقط أما إذا كانت عملية الدمك تجرى في بيئة غير مضبوطة فيتم أخذ عينتين لمحتوى الماء واحدة في بداية الدمك وأخرى من المادة المتبقية بعد الدمك ويتم استخدام طريقة الاختبار ASTM D2216 لتحديد محتويات الماء وحساب متوسط القيمتين لإدراجه في التقرير ويجب ألا تختلف العينتان بأكثر من ١,٥ ٪ لضمان

8.2.2 If the compacted CBR test specimen is not to be soaked, a water content sample may be taken, after penetration testing, in accordance with Test Methods D698 or D1557 to determine the average water content.

بند رقم ٨,٢,٢ – الترجمة

إذا كانت عينة اختبار CBR المدموكة لن يتم غمرها في الماء فيجوز أخذ عينة لمحتوى الماء بعد اختبار الاختراق وفقاً لطرق الاختبار ASTM D698 أو ASTM D1557 لتحديد متوسط محتوى الماء

بند رقم ٨,٢,٢ – الشرح

خلي بالك يا هندسة البند ده بيتكلم عن حالة ال CBR غير المغمور Unsoaked CBR ودي بنعملها لما نكون عايزين نعرف قوة التربة في حالتها الطبيعية أو لو التربة دي مش هتتعرض لمية في أرض الواقع. الفكرة ببساطة إنك بعد ما بتخلص دق العينة وتكسرها بجهاز الاختراق بتروح واخد عينة مية عشان تتأكد من الرطوبة اللي كانت موجودة وقت الكسر بالظبط.

ليه بنعمل كدة بعد الاختراق مش قبله؟ عشان في العينات غير المغمورة إحنا بنهتم جداً بالرطوبة اللي العينة اخترقت عندها لأنها هي اللي بتحدد المقاومة. ولو أخدت العينة قبل الاختراق ممكن الرطوبة تتغير شوية خلال وقت التجربة. المواصفة بتسمح لك هنا إنك تتبع نفس أسلوب بروكتور في أخذ العينة عشان تضمن إنك بتجيب متوسط رطوبة القالب كله بدقة.

8.2.3 Place the spacer disk, with the hole for the extraction handle facing down, on the base plate. Clamp the mold (with extension collar attached) to the base plate with the hole for the extraction handle facing down. Insert the spacer disk over the base plate and place a disk of filter paper on top of the spacer disk. Compact the soil-water mixture into the mold in accordance with 8.1, 8.1.1, or 8.1.2.

بند رقم ٨,٢,٣ – الترجمة

ضع قرص المباعدة بحيث يكون الثقب المخصص لمقبض الاستخراج متجهاً لأسفل على قاعدة القالب ثم قم بتثبيت القالب مع تركيب وصلة التطويل على القاعدة مع توجيه ثقب مقبض الاستخراج لأسفل وقم بإدخال قرص المباعدة فوق قاعدة القالب وضع قرصاً من ورق الترشيح فوق قرص المباعدة ثم قم بدمك خليط التربة والماء داخل القالب وفقاً للمواد ٨,١ أو ٨,١,١ أو ٨,١,٢

بند رقم ٨,٢,٣ – الشرح

البند ده يا هندسة بيعلمنا رصة القالب الصح قبل ما نبدأ ندمك. الفكرة ببساطة إن قالب ال CBR ارتفاعه ٧ بوصة لكن إحنا محتاجين العينة المدموكة يكون ارتفاعها ٤,٥٨ بوصة بس عشان نسيب مكان للمية وأوزان التحميل فوق. وعشان نظبط الارتفاع ده بنستخدم قرص المباعدة Spacer Disk اللي سمكه ٢,٤١ بوصة بنحطه في قاع القالب قبل ما نحط التربة.

خلي بالك يا هندسة من تكة فنية مهمة الموصفة بتقولك خلّي فتحة المقبض بتاع القرص لتحت عشان لما تيجي تطلع القرص بعد الدمك ميتعبكش وعلشان الفتحة نفسها بردو مش تسدد بالتربة وفوق القرص ده لازم نحط ورقة ترشيح Filter Paper وظيفتها إنها تمنع حبيبات التربة الناعمة إنها تلزق في القرص أو تسد فتحات القاعدة وقت الغمر. بعد ما تظبط الرصة دي بتركب الرقبة أو وصلة التطويل Collar وتبدأ تدمك التربة على طبقات حسب الطريقة اللي اخترتها سواء ١٠ أو ٢٥ أو ٥٦ دقة.

8.2.4 Remove the extension collar and carefully trim the compacted soil even with the top of the mold by means of a straightedge. Patch with smaller size material any holes that may have developed in the surface by the removal of coarse material. Remove the perforated base plate and spacer disk, weigh, and record the mass of the mold plus compacted soil. Place a disk of filter paper on the perforated base plate, invert the mold and compacted soil, and clamp the perforated base plate to the mold with compacted soil in contact with the filter paper.

بند رقم ٨,٢,٤ – الترجمة

قم بإزالة وصلة التطويل وسوِّ التربة المدموكة بعناية لتصبح مستوية مع سطح القالب العلوي باستخدام حافة مستقيمة وقم بملء أي فجوات قد تظهر على السطح نتيجة إزالة المواد الخشنة بمواد أصغر حجماً ثم قم بإزالة القاعدة المثقبة وقرص المباعدة وقم بوزن وتسجيل كتلة القالب مع التربة المدموكة وضع قرصاً من ورق الترشيح على القاعدة المثقبة ثم اقلب القالب والتربة المدموكة وثبّت القاعدة المثقبة على القالب بحيث تكون التربة المدموكة ملامسة لورق الترشيح

بند رقم ٨,٢,٤ – الشرح

البند ده يا هندسة فيه تكات فنية هي اللي بتطلع عينة ال CBR صح ومظبوطة. أول حاجة بعد ما نخلص دمك الـ ٣ أو ال ٥ طبقات بتشيل الرقبة أو ال Collar وبالسكينة أو المسطرة الصلب Straightedge بتبدأ تمسح وش القالب عشان يبقى سوا واحد. لو وأنت بتمسح الوش في حتة حصوة كبيرة طلعت سابت مكانها نقرة أو خرم صغير متسيبوش كدة هدي المسطرة وشيل الحصوة الكبيرة

بند رقم ٨,٢,٥ – الشرح

البند ده يا هندسة بيشرح لنا إزاي بنحاكي وزن الطريق فوق التربة وإزاي بنقيس تأثرها بالمية. الفكرة ببساطة إن التربة في الطبيعة بتبقى شايلة فوقيها طبقات أسفلت وأساس فإحنا بنعوض ده بأوزان التحميل Surcharge Weights. المواصفة بتقولك الوزن ده لازم يحاكي وزن الطبقات اللي فوقها في الموقع وبشرط ميقلش أبداً عن ٤,٥٤ كجم اللي هي قطعتين وزن الواحدة ٢,٢٧ كجم او قطعة واحدة.

بعد ما تحط الأوزان والقرص المثقب بتاع الساق بتركب الساعة (Dial Gauge) على الحامل (Tripod) وتاخد أول قراءة قبل ما تنزل القالب في الحوض. العينة بتفضل "عايشة" تحت المية لمدة ٤ أيام كاملة (٩٦ ساعة) والمية لازم تغطيها من فوق ومن تحت عشان تتشبع تماماً.

مثال عملي

لو ارتفاع العينة الأصلي كان ١١٦,٣ مم اللي هو ارتفاع القالب ناقص قرص المباعدة).

وقراءة الساعة في الأول كانت ٠,٠٠ مم.

وبعد ٤ أيام قراءة الساعة بقت ١,٢٥ مم.

يبقى نسبة الانتفاخ Swell = 1.25 / 116.3 × 100 = 1.07% وتتقرب لأقرب ٠,١٪ يعني تبقى ١,١٪.

8.2.5 Place the surcharge weights on the perforated plate and adjustable stem assembly and carefully lower onto the compacted soil specimen in the mold. Apply a surcharge equal to the weight of the base material and pavement within 5 lbf or a mass of 2.27 kg, but in no case shall the total weight used be less than 10 lbf or a mass of not less than 4.54 kg. If no surcharge weight is specified, use 10 lbf. The mass of the Expansion Measuring Apparatus is ignored. Immerse the mold and weights in water allowing free access of water to the top and bottom of the specimen. Take initial measurements for swell and allow the specimen to soak for 96 6 2 hours. Maintain a constant water level during this period. A shorter immersion period is permissible for fine grained soils or granular soils that take up moisture readily, if tests show that the shorter period does not affect the results. At the end of the immersion period, take final swell measurements and calculate the swell to the nearest 0.1 % as a percentage of the initial height of the specimen.

بند رقم ٨,٢,٥ – الترجمة

ضع أوزان التحميل على اللوحة المثقبة ومجموعة الساق القابلة للتعديل وأنزلها بعناية فوق عينة التربة المدموكة في القالب. يتم تطبيق حمل تعويض يعادل وزن مادة الأساس والرصف في حدود ٥ رطل أو كتلة ٢,٢٧ كجم وفي جميع الأحوال يجب ألا يقل إجمالي الوزن المستخدم عن ١٠ رطل أو كتلة لا تقل عن ٤,٥٤ كجم. إذا لم يتم تحديد وزن تحميل استخدم ١٠ رطل ويتم إهمال كتلة جهاز قياس التمدد. اغمر القالب والأوزان في الماء مما يسمح بدخول الماء بحرية إلى أعلى وأسفل العينة. خذ القياسات الأولية للانتفاخ واترك العينة منقوعة لمدة ٩٦ ساعة بزيادة أو نقص ساعتين مع الحفاظ على مستوى ماء ثابت خلال هذه الفترة. يسمح بفترة غمر أقصر للتربة ناعمة الحبيبات أو التربة الحبيبية التي تمتص الرطوبة بسهولة إذا أظهرت الاختبارات أن الفترة الأقصر لا تؤثر على النتائج. في نهاية فترة الغمر خذ قياسات الانتفاخ النهائية واحسب الانتفاخ لأقرب ٠,١ ٪ كنسبة مئوية من الارتفاع الأصلي للعينة.

8.2.6 Remove the free water from the top surface of the specimen and allow the specimen to drain downward for at least 15 minutes. Take care not to disturb the surface of the specimen during the removal of the water. It may be necessary to tilt the specimen in order to remove the surface water. Remove the weights, perforated plate, and filter paper, and determine and record the mass.

بند رقم ٨,٢,٦ – الترجمة

قم بإزالة الماء الحر من السطح العلوي للعينة واترك العينة لتصريف الماء لأسفل لمدة ١٥ دقيقة على الأقل مع مراعاة عدم المساس بسطح العينة أثناء إزالة الماء وقد يكون من الضروري إمالة العينة لإزالة الماء السطحي ثم قم بإزالة الأوزان واللوحة المثقبة وورق الترشيح وقم بتحديد وتسجيل الكتلة

بند رقم ٨,٢,٦ – الشرح

البند ده يا هندسة بيعلمنا إزاي نجهز العينة المبلولة للكسر بعد ما خلصت ال ٤ أيام غمر. الفكرة ببساطة إننا مش عايزين مية فوق وش التربة وإحنا بنكسر عشان وحط مكانها شوية تربة ناعمة واضغطهم بصبعك وسوي الوش تاني عشان السطح يبقى أملس تماماً.

بعد كدة بتفك القاعدة وبتشيل قرص المباعدة Spacer Disk اللي كنا حاطينه تحت وبتروح توزن القالب بالتربة عشان تحسب الكثافة الرطبة. الخطوة اللي جاية هي الأهم يا هندسة وهي قلب العينة. إحنا بنجيب ورقة ترشيح جديدة نحطها على القاعدة ونقلب القالب ونركبه تاني. ليه بنعمل كدة؟ عشان الوش اللي كان تحت ملامس للقرص هو ده اللي بيبقى أنعم وأدق سطح للكسر وهو اللي بنعرضه للمكبس بتاع الاختراق بعد كدة.

9.1 Place a surcharge of weights on the specimen sufficient to produce an intensity of the pavement weight or other loading specified; if no pavement weight is specified, use 10 lbf or a mass of 4.54 kg. If the specimen has been soaked previously, the surcharge shall be equal to that used during the immersion period. To prevent upheaval of soil into the hole of the surcharge weights, place the 5-lbf or a mass of 2.27-kg annular surcharge weight on the soil surface prior to seating the penetration piston, after which place the remainder of the surcharge weights.

بند رقم ٩,١ – الترجمة

ضع أوزان تحميل فوق العينة كافية لإنتاج كثافة تعادل وزن الرصف أو أي أحمال أخرى محددة وإذا لم يتم تحديد وزن للرصف استخدم ١٠ رطل أو كتلة ٤,٥٤ كجم وإذا كانت العينة قد غمرت سابقاً فيجب أن يكون وزن التحميل مساوياً للوزن المستخدم أثناء فترة الغمر ولمنع صعود التربة داخل فتحة أوزان التحميل ضع وزن التحميل الحلقي الذي يزن ٥ رطل أو كتلة ٢,٢٧ كجم على سطح التربة قبل وضع مكبس الاختراق ثم ضع باقي أوزان التحميل بعد ذلك

بند رقم ٩,١ – الشرح

البند ده يا هندسة بيعلمنا إتيكيت وضع الأوزان على المكبس عشان القراءة تطلع صحيحة ١٠٠٪ وما يحصلش أي خلل في سطح التربة. الفكرة ببساطة إننا لازم نرجع نحط نفس الأوزان اللي كانت محطوطة وقت الغمر ال ٤ أيام عشان نحاكي وزن الطريق فوق التربة وهي بتتكسر.

خلي بالك من التكة الفنية دي عشان تمنع التربة إنها تنفش أو تطلع لفوق من الفتحة اللي في نص الأوزان وأنت بتركب المكبس. المواصفة بتقولك أول حاجة حط الوزن الحلقي اللي هو قطعة واحدة مقفولة وزنها ٢,٢٧ كجم حطها هي الأول على وش التربة. وبعدين نزل المكبس في الفتحة اللي في نصها لحد ما يلمس التربة وبعد كدة رص باقي الأوزان اللي هي بتبقى مفتوحة من الجنب فوقيها.

بالطريقة دي إنت بتضمن إن الحمل متوزع بانتظام والتربة محكومة من كل الجوانب والمكبس بس هو اللي بيخترقها في النص من غير ما السطح اللي حواليه يترفع لفوق ويبوظ لك القراءة.

9.2 Seat the penetration piston with the smallest possible load, but in no case in excess of 10 lbf (44 N). Either set both the load and penetration gauges to zero or make provisions to subtract any initial values from all subsequently collected data. This initial load is required to ensure satisfactory seating of the piston and shall be

متأثرش على قراءة المكبس وتعمل زحلقة. أول ما تطلع القالب من حوض المية هتلاقي شوية مية راقدين فوق الوش لازم تشيلهم بحذر ومن غير ما تلمس التربة المبلولة عشان متنعكش السطح وتغير قوامه.

المواصفة بتقولك ميل القالب براحة عشان المية تنزل وبعدين سيب القالب واقف في وضع رأسي لمدة ١٥ دقيقة عشان المية الزيادة اللي جوه المسام تنزل بالجاذبية (Drainage). الحركة دي مهمة جداً عشان عينة ال CBR تكون في حالة تشبع كامل بس من غير مية حرة بتتحرك جواها. بعد ال ١٥ دقيقة بتشيل أوزان التحميل والقرص المخرم وورقة الترشيح اللي كانت فوق وتمسح القالب من بره وتوزنه عشان تحسب كمية المية اللي التربة "شربتها" خلال فترة الغمر.

NOTE 5—The user may find it convenient to set the mold's base on the rim of a shallow pan to provide the tilt and carefully using a bulb syringe and adsorbent towels to remove free water.

بند رقم ملاحظة ٥ – الترجمة

ملاحظة ٥ قد يجد المستخدم أنه من الملائم وضع قاعدة القالب على حافة وعاء ضحل لتوفير الميل واستخدام حقنة ذات بصلة ومناشف ورقية ماصة بعناية لإزالة الماء الحر

بند رقم ملاحظة ٥ – الشرح

البند ده يا هندسة بيديك زتونة الصنايعية في المعمل عشان تنفذ خطوة تصريف المية اللي فاتت من غير ما تبوظ سطح العينة. الفكرة ببساطة إن عينة التربة بعد ما بتقعد ٤ أيام تحت المية بتبقى طرية جداً وأي لمسة غلط للسطح هتعمل فيه نقرة أو هتغير في قوام التربة اللي المكبس هينزل عليها.

المواصفة بتقولك بدل ما تشيل القالب وتدلقه وتخاطر إن التربة تقع أو تتفكك من مكانها إنت ممكن تسنده بميل خفيف على طرف صينية غويطة. وبعدين تستخدم سرنجة كبيرة تسحب بيها المية الراقدة فوق الوش وأي مية زيادة باقية ممكن تنشفها بمناديل ورق أو فوطة بلمسات خفيفة جداً من غير ما تضغط على التربة.

يعني الهدف من كل الحوار ده إننا نوصل لسطح ناشف من المية الحرة بس مشبع من جوه وجاهز تماماً إن المكبس يلمسه ويبدأ يسجل أحمال الاختراق.

9 Procedure for Bearing Test

٩.إجراء اختبار التحمل

considered as the zero load when determin- ing the load penetration relation. Attach the penetrating mea- suring device in accordance with 6.2.

بند رقم ٩,٢ – الترجمة

قم بتركيب مكبس الاختراق بأقل حمل ممكن وبحيث لا يتجاوز في أي حال من الأحوال ١٠ رطل أي ٤٤ نيوتن وقم بضبط كل من مقاييس الحمل والاختراق على الصفر أو قم باتخاذ الترتيبات اللازمة لطرح أي قيم أولية من جميع البيانات التي يتم جمعها لاحقاً وهذا الحمل الأولي مطلوب لضمان استقرار جلوس المكبس بشكل كاف ويجب اعتباره حملاً صفرياً عند تحديد العلاقة بين الحمل والاختراق وقم بتركيب جهاز قياس الاختراق وفقاً للمادة ٦,٢

بند رقم ٩,٢ – الشرح

البند ده يا هندسة بيعلمنا إزاي نصفر العدادات صح قبل ما نبدأ العد الفعلي للاختبار. الفكرة ببساطة إن مكبس الاختراق وزنه تقيل وممكن يسقط في التربة المبلولة بمجرد ما يلمسها فعشان نضمن إن المكبس عشق ولمس الحبيبات صح بننزل عليه حمل خفيف جداً بنسميه حمل التحضير أو ال Seating Load.

المواصفة بتقولك الحمل ده ميزيدش عن ٤٤ نيوتن. أول ما توصل للحمل ده بتوقف المكنة وتصفر ساعة قياس الاختراق وتصفر خلية الحمل Load Cell **أو عداد القوة. يعني ال ٤٤ نيوتن دي هي نقطة الصفر الحقيقية بتاعتك وأي مقاومة هتظهر بعد كدة هي دي اللي هنحسب عليها قيمة ال** CBR. **لو المكنة عندك قديمة ومش بتصفر يدوي لازم تسجل القيمة اللي بدأت منها وتطرحها من كل القراءات اللي جاية عشان حساباتك تطلع دقيقة وما يبقاش فيها حمل وهمي.**

9.3 Apply the load on the penetration piston so that the rate of penetration is approximately 0.05 in. (1.27 mm)/min. Record the load readings at penetrations of 0.025 in. (0.64 mm), 0.050 in. (1.3 mm), 0.075 in. (1.9 mm), 0.100 in. (2.5 mm), 0.125 in. (3.18 mm), 0.150 in. (3.8 mm), 0.175 in. (4.45 mm), 0.200 in. (5.1 mm), 0.300 in. (7.6 mm), 0.400 in. (10 mm) and 0.500 in. (13 mm). Note the maximum load and penetration if it occurs for a penetration of less than 0.500 in. (13 mm). With manually operated loading devices, it may be necessary to take load readings at closer intervals to control the rate of penetration. Measure the depth of piston penetration into the soil by putting a ruler into the indentation and measuring the difference from the top of the soil to the bottom of the indentation. If the depth does not closely match the depth of penetration gauge, determine the cause and test a new sample.

بند رقم ٩,٣ – الترجمة

قم بتطبيق الحمل على مكبس الاختراق بحيث يكون معدل الاختراق تقريباً ٠,٠٥ بوصة أي ١,٢٧ مم في الدقيقة وسجل قراءات الحمل عند اختراقات تبلغ ٠,٠٢٥ بوصة ٠,٦٤ مم و ٠,٠٥٠ بوصة ١,٣ مم و ٠,٠٧٥ بوصة ١,٩ مم و ٠,١٠٠ بوصة ٢,٥ مم و ٠,١٢٥ بوصة ٣,١٨ مم و ٠,١٥٠ بوصة ٣,٨ مم و ٠,١٧٥ بوصة ٤,٤٥ مم و ٠,٢٠٠ بوصة ٥,١ مم و ٠,٣٠٠ بوصة ٧,٦ مم و ٠,٤٠٠ بوصة ١٠ مم و ٠,٥٠٠ بوصة ١٣ مم ودوّن أقصى حمل واختراق إذا حدث عند اختراق أقل من ٠,٥٠٠ بوصة ١٣ مم وفي أجهزة التحميل التي تعمل يدوياً قد يكون من الضروري أخذ قراءات الحمل عند فترات زمنية أقرب للتحكم في معدل الاختراق وقم بقياس عمق اختراق المكبس في التربة عن طريق وضع مسطرة في الفجوة وقياس الفرق من سطح التربة إلى قاع الفجوة وإذا لم يتطابق العمق بدقة مع عمق مقياس الاختراق فحدد السبب واختبر عينة جديدة

بند رقم ٩,٣ – الشرح

البند ده يا هندسة هو ساعة الصفر في الاختبار ودي المرحلة اللي بنطلع منها الأرقام اللي هترسم الكيرف. الفكرة ببساطة إن المكبس لازم ينزل بانتظام شديد وبسرعة ثابتة جداً وهي ١,٢٧ مم كل دقيقة. ليه السرعة دي بالذات؟ عشان ندي فرصة لحبيبات التربة إنها تقاوم الحمل من غير ما يحصل انهيار مفاجئ أو صدمة تخلي النتائج مش حقيقية. وإنت شغال لازم عينك تبقى على الساعة أو الشاشة وتسجل الحمل اللي الماكينة بتقراه عند كل عمق محدد في المواصفة. المواصفة مهتمة جداً بقيم ال ٢,٥ مم وال ٥,١ مم لأن دول اللي بنحسب عليهم ال CBR **في الغالب. وفيه تكة فنية تانية في البند ده وهي التأكد بالمسطرة. بعد ما تخلص الاختبار وترفع المكبس هات مسطرة وقيس الحفرة اللي المكبس سابها في التربة. لو لقيت العمق اللي قسته بالمسطرة مختلف كتير عن العمق اللي الساعة كانت بتقراه يبقى في حاجة غلط حصلت وأنت شغال ممكن الساعة اتحركت من مكانها أو المكبس مال وفي الحالة دي الاختبار باطل ولازم تعيده بعينة جديدة.**

NOTE 6—At high loads the supports may torque and affect the reading of the penetration gauge. Checking the depth of piston penetration is one means of checking for erroneous strain indications.

\بند رقم ملاحظة ٦ – الترجمة

ملاحظة ٦ عند الأحمال العالية قد تتعرض الدعامات لالتواء مما يؤثر على قراءة مقياس الاختراق ويعد التحقق

بتلزمك تاخد عينة من أول بوصة بس من فوق ال ٢٥,٤ مم اللي المكبس اخترقهم ليه؟ عشان دي أكتر منطقة اتأثرت بالغمر وهي اللي حصل فيها الاختراق فعايزين نعرف رطوبتها وصلت لكام بالظبط.

الحالة الثانية العينة غير المغمورة: هنا التربة غالباً رطوبتها متجانسة لأنها مكنتش في حوض مية فبناخد عينة الرطوبة زي ما بنعمل في اختبار بروكتور بالظبط (عينة بتمثل القالب كله) عشان نطلع متوسط محتوى المية وخليك فاكر دائماً إننا بنسجل الرطوبة دي لأقرب ٠,١ ٪ عشان الحسابات تطلع دقيقة ونعرف نربط بين قوة ال CBR ومحتوى المية الفعلي وقت الاختبار.

10.Calculation

10.1 Load-Penetration Curve—Calculate the penetration stress in pounds per square inch (psi) or megapascals (MPa) by taking the measured loading force and divide it by the cross sectional area of the piston. Plot the stress versus penetration curve. In some instances, the stress-penetration curve may be concave upward initially, because of surface irregularities or other causes, and in such cases the zero point shall be adjusted as shown in Figs. 4 and 5.

بند رقم ١٠,١ – الترجمة

منحنى الحمل والاختراق احسب إجهاد الاختراق بالرطل على البوصة المربعة psi أو الميجاباسكال MPa عن طريق قسمة قوة الحمل المقاسة على مساحة المقطع العرضي للمكبس وارسم منحنى الإجهاد مقابل الاختراق وفي بعض الحالات قد يكون منحنى الإجهاد والاختراق مقعراً للأعلى في البداية بسبب عدم استواء السطح أو أسباب أخرى وفي هذه الحالات يتم ضبط نقطة الصفر كما هو موضح في الأشكال ٤ و ٥

بند رقم ١٠,١ – الشرح

البند ده يا هندسة هو مطبخ النتائج اللي بنطلع منه الأرقام النهائية. الفكرة ببساطة إن المكنة بتديك قوة بالنيوتن أو بالرطل وإحنا محتاجين نحولها لإجهاد عشان نقارنها بالأحمال القياسية. وعشان تعمل كدة لازم تقسم القوة اللي طلعت لك على مساحة وش المكبس اللي هو غالباً قطره ١,٩٥ بوصة ومساحته ٣ بوصة مربعة.

خلي بالك من الحتة الفنية دي عشان بتلغبط ناس كتير وهي "تصحيح المنحنى". الطبيعي إن المنحنى يبدأ بخط مستقيم من نقطة الصفر لكن ساعات بتلاقي المنحنى طالع مقوس في الأول (Concave upward) وده بيحصل لو سطح التربة مش مستوي تماماً أو المكبس مكنش ملمس الحبيبات صح. في الحالة دي المواصفة بتقولك ارسم مماس للجزء المستقيم من المنحنى ومده لحد ما يقطع محور السينات (العمق) والنقطة اللي هيقطع فيها دي هي "الصفر الجديد" بتاعك وبترحل قراءات ال ٢,٥ مم وال ٥,١ مم من عندها.

مثال عملي:

لو المكنة قرأت حمل مقداره ٣٠٠٠ رطل عند اختراق ٠,١ بوصة (٢,٥ مم).

الإجهاد = (Stress) الحمل / المساحة

Stress = 3000 / 3 = 1000 psi

وبما إن الحمل القياسي عند ٠,١ بوصة هو ١٠٠٠ psi

يبقى CBR = (1000 / 1000) * 100 = 100%

من عمق اختراق المكبس وسيلة واحدة للتحقق من وجود قراءات انفعال خاطئة

بند رقم ملاحظة ٦ – الشرح

خلي بالك يا هندسة البند ده بيحذرك من خدعة ميكانيكية ممكن تحصل في جهاز ال CBR وتديك نتائج وهمية. الفكرة ببساطة إننا لما بنختبر تربة قوية جداً زي التربة اللي فيها سن أو الركام المكبس بيحتاج قوة ضغط كبيرة عشان يخترقها. القوة العالية دي ممكن تخلّي شاسيه الماكينة أو الحوامل اللي شايلة ساعة القياس Dial Gauge يحصل لها عصرة أو التواء بسيط Torque.

لو الحامل ده اتحرك أو مال ولو ملي واحد الساعة هتقرأ إن المكبس دخل جوه التربة مسافة كبيرة وهو في الحقيقة لسه مخترقش المسافة دي والفرق ده كله ناتج عن سوستة أو لبة في حديد الماكينة نفسه. عشان كدة الملحوظة بتقولك الفيصل هو المسطرة.

بعد ما تخلص الاختبار قيس عمق الحفرة اللي سابها المكبس بالمسطرة وقارنها بآخر قراءة في الساعة. لو لقيت الساعة قارية ١٢,٧ مم ولما قست بالمسطرة لقيت الحفرة عمقها ١٠ مم بس يبقى الماكينة دي خانتك وحصل التواء في الحوامل وساعتها القراءات دي كلها بلح ولازم تصلح الجهاز وتعيد الاختبار.

9.4 If the test specimen was previously soaked, remove the soil from the mold and determine the water content to the nearest 0.1 % of the top 1-in. (25.4-mm) layer in accordance with Test Method D2216. If the test specimen was not soaked, take the water content sample in accordance with Test Methods D698 or D1557.

بند رقم ٩,٤ – الترجمة

إذا كانت عينة الاختبار قد غمرت سابقاً في الماء فقم بإزالة التربة من القالب وتحديد محتوى الماء لأقرب ٠,١ ٪ للطبقة العلوية التي يبلغ سمكها ١ بوصة أي ٢٥,٤ مم وفقاً لطريقة الاختبار ASTM D2216 وإذا لم يتم غمر عينة الاختبار فقم بأخذ عينة محتوى الماء وفقاً لطرق الاختبار ASTM D698 أو ASTM D1557

بند رقم ٩,٤ – الشرح

البند ده يا هندسة بيقولنا على خطوة المهمة جداً بعد ما تخلص كسر العينة بالمكبس. الفكرة ببساطة إننا عايزين نعرف حالة التربة اللحظية وقت الكسر كانت عاملة إزاي من ناحية الرطوبة. المواصفة هنا فرقت بين حالتين:

الحالة الأولى العينة المغمورة: بما إن العينة قعدت ٤ أيام تحت المية فالرطوبة مش هتكون متساوية في القالب كله. عشان كدة المواصفة

NOTE 7—Figs. 4 and 5 should be used as an example of correction of load-penetration curves only. It is not meant to imply that stress on piston at the 0.2-in. penetration is always greater than the applied stress at the 0.1-in. penetration.

بند رقم ملاحظة ٧ – الترجمة

ملاحظة ٧ يجب استخدام الشكلين ٤ و ٥ كمثال لتصحيح منحنيات الحمل والاختراق فقط وليس المقصود منها الإشارة إلى أن الإجهاد الواقع على المكبس عند اختراق ٠,٢ بوصة يكون دائماً أكبر من الإجهاد المطبق عند اختراق ٠,١ بوصة

بند رقم ملاحظة ٧ – الشرح

البند ده يا هندسة بينبهنا لنقطة فنية دقيقة جداً في قراءة المنحنيات عشان محدش يفتكر إن في قاعدة ثابتة بتقول إن القوة عند اختراق ٥,١ مم (٠,٢ بوصة) لازم تطلع أكبر من القوة عند ٢,٥ مم (٠,١ بوصة). الفكرة ببساطة إن الأشكال التوضيحية اللي في المواصفة هدفها بس تعلمك إزاي ترسم المماس وتصحح تشفيت الصفر لو الكيرف طالع مقعر في أوله.

خلي بالك يا هندسة في تربة ممكن توصل لأقصى مقاومة ليها بدري عند اختراق قليل وبعد كدة تبدأ تنهار أو تريح فتبص تلاقي الإجهاد عند ٥,١ مم قل عن اللي كان عند ٢,٥ مم. المواصفة بتقولك فتح عينك وخد القراءات زي ما تطلع من المكنة بالظبط ومتحاولش تجبر الكيرف إنه يفضل طالع لفوق لمجرد إنك شوفت كدة في الرسومات التوضيحية. العبرة دائماً بسلوك التربة الحقيقي تحت المكبس مش بالرسم اللي في الكتالوج.

10.2 *Bearing Ratio*—Using corrected stress values taken from the stress penetration curve for 0.100 in. (2.54 mm) and 0.200 in. (5.08 mm) penetrations, calculate the bearing ratios for each by dividing the corrected stresses by the standard stresses of 1000 psi (6.9 MPa) and 1500 psi (10 MPa) respectively, and multiplying by 100. The bearing ratio reported for the soil is normally the one at 0.100 in. (2.5 mm) penetration. When the ratio at 0.200 in. (5.08 mm) penetration is greater, rerun the test. If the check test gives a similar result, use the bearing ratio at 0.200 in. (5.08 mm) penetration.

بند رقم ١٠,٢ – الترجمة

نسبة التحمل يتم استخدام قيم الإجهاد المصححة المأخوذة من منحنى الإجهاد والاختراق عند اختراق قدره ٠,١٠٠ بوصة أي ٢,٥٤ مم واختراق قدره ٠,٢٠٠ بوصة أي ٥,٠٨ مم ويتم حساب نسب التحمل لكل منهما عن طريق قسمة الإجهادات المصححة على الإجهادات القياسية البالغة ١٠٠٠ رطل على البوصة المربعة أي ٦,٩ ميجا باسكال و ١٥٠٠ رطل على البوصة المربعة أي ١٠ ميجا باسكال على التوالي والضرب في ١٠٠ وتكون نسبة التحمل المسجلة للتربة هي القيمة عند اختراق ٠,١٠٠ بوصة عادة ولكن عندما تكون النسبة عند اختراق ٠,٢٠٠ بوصة أكبر يتم إعادة الاختبار وإذا أعطى اختبار التحقق نتيجة مماثلة يتم استخدام نسبة التحمل عند اختراق ٠,٢٠٠ بوصة

بند رقم ١٠,٢ – الشرح

الفكرة ببساطة يا هندسة إننا بنقارن قوة التربة اللي بنختبرها بقوة حجر جيري قياسي موجود في أمريكا عشان نعرف الأرض دي هتشيل أحمال الطريق إزاي والهدف من الحسبة دي إننا نحول أرقام الإجهاد اللي طلعت من المكبس لنسبة مئوية سهلة الفهم بنسميها السي بي آر وعشان نحسبها بنقسم القيمة اللي قريناها من المنحنى بعد ما نصححها على القيمة القياسية المحفوظة في الكود عند نفس مسافة الاختراق بالضبط

الرموز في المعادلة هي نسبة التحمل المطلوبة هي CBR
الإجهاد المصحح من واقع منحنى الاختبار هو S **الإجهاد القياسي الثابت من المواصفة هو**SS

CBR = S / SS * 100

لو فرضنا إننا شغالين عند اختراق ٢,٥٤ مم وطلع الإجهاد المصحح من المنحنى ٤٠٠ رطل على البوصة المربعة نتبع الخطوات دي :

١- نحدد الإجهاد القياسي عند نفس الاختراق وهو ١٠٠٠ رطل على البوصة المربعة
٢- نقسم إجهاد العينة ٤٠٠ على الإجهاد القياسي ١٠٠٠
٣- نضرب الناتج في ١٠٠ عشان تطلع نسبة مئوية
٤- النتيجة ٤٠٠ / ١٠٠٠ * ١٠٠ = ٤٠%

وخلي بالك إحنا دايما بنعتمد النتيجة اللي عند ٠,١٠٠ بوصة بس لو لقيت النتيجة اللي عند ٠,٢٠٠ بوصة أكبر يبقى لازم تعيد الاختبار كله من الأول ولو طلعت برضه قيمة ٠,٢٠٠ بوصة هي الكبيرة في الإعادة يبقى نعتمدها هي ونمشي عليها

NOTE 8—On occasion the testing agency may be requested to determine the CBR value for a dry unit weight not represented by the laboratory compaction curve. For example, the corrected CBR value for the dry unit weight at 95 % of maximum dry unit weight and at optimum water content might be requested. A recommended method to achieve this value is to compact two or three CBR test specimens at the same molding water content but compact each specimen to different compaction energies to achieve a density below and above the desired value. The corrected CBR values are plotted against the dry unit weight and the desired CBR value interpreted as illustrated in Fig. 6. For consistency the corrected CBR values should be of identical origin, for example, all either soaked or un-soaked and all either at 0.1 or 0.2 corrected penetration values.

ملاحظة رقم ٨ – الترجمة

في بعض الأحيان قد يطلب من جهة الاختبار تحديد قيمة نسبة

where:

$$M_{sa} = \frac{M_{m1ws} - M_m}{1 + w_{ac}}$$

Msac = dry mass of soil as compacted, Mg or g,
Mm + ws = wet mass of soil as molded plus mold mass, Mg or g,
Mm = mold mass, Mg or g,
wac = water content determination of representative scraps taken during the compaction process, and
Vm = volume of mold (area of mold × initial height), a calibrated value, m3 or cm3.

١٠,٣الترجمة

احسب الكثافة الجافة للعينة المضغوطة ρd **(قبل الغمر) كما يلي:**

ρd = Msac / Vm

حيث:

Msac = Mm + ws − Mm / (1 + wac)

Msac = **الكتلة الجافة للتربة بعد الدمك، بالميجا جرام** Mg **أو الجرام**.g

Mm + ws = **الكتلة الرطبة للتربة بعد تشكيلها داخل القالب مضاف إليها وزن القالب، بالميجا جرام** Mg **أو الجرام**.g

Mm = **كتلة القالب فقط، بالميجا جرام** Mg **أو الجرام**.g

wac = **المحتوى المائي للتربة المأخوذة كعينات ممثلة أثناء عملية الدمك.**

Vm = **حجم القالب (مساحة القالب × الارتفاع الابتدائي)، وهي قيمة معايرة، بالمتر المكعب** m^3 **أو السنتيمتر المكعب**.cm^3

١٠,٣الشرح

المطلوب في الخطوة دي إننا نعرف الكثافة الجافة للتربة بعد ما اتدمكت في القالب مباشرة وقبل ما العينة تتغمر في المية.

المشكلة إن الوزن اللي عندنا وقت الدمك بيكون وزن تربة رطبة، يعني فيه وزن تربة + وزن مية. لكن الكثافة الجافة لازم تكون بدون المية، لذلك لازم نحول الوزن الرطب لوزن جاف.

أول حاجة بنجيب وزن التربة الرطبة لوحدها. بنعمل كده عن طريق طرح وزن القالب من الوزن الكلي اللي هو وزن القالب + التربة.

بعد كده بنحول الوزن الرطب ده لوزن جاف باستخدام نسبة الرطوبة wac **اللي اتقاست من عينات صغيرة من التربة أثناء الدمك. القسمة على (١ + wac) بتشيل تأثير المية من الوزن.**

لما نطلع الوزن الجاف الحقيقي للتربة اللي جوه القالب، نقسمه على حجم القالب Vm. **الناتج هو الكثافة الجافة للتربة بعد الدمك.**

ببساطة الفكرة كلها:

نجيب وزن التربة الرطبة → نحوله لوزن جاف → نقسمه على حجم القالب.

10.3مثال عملي

البيانات من تجربة الدمك:

وزن القالب Mm = 2500 g

التحمل لوزن وحدة جاف غير ممثل بمنحنى الدمك المعملي فعلى سبيل المثال قد يتم طلب قيمة نسبة التحمل المصححة لوزن وحدة جاف عند ٩٥ من أقصى وزن وحدة جاف وعند محتوى الماء الأمثل والطريقة الموصى بها لتحقيق هذه القيمة هي دمج عينات اختبار من ٢ أو ٣ في نفس محتوى مياه القولبة ولكن بدمك كل عينة بطاقات دمج مختلفة لتحقيق كثافة أقل وأعلى من القيمة المطلوبة ويتم رسم قيم نسبة التحمل المصححة مقابل وزن الوحدة الجاف وتفسير قيمة نسبة التحمل المطلوبة كما هو موضح في الشكل ٦ وللاتساق يجب أن تكون قيم نسبة التحمل المصححة من نفس الأصل فعلى سبيل المثال يجب أن تكون جميعها إما مغمورة أو غير مغمورة وجميعها عند قيم اختراق مصححة ٠,١ أو ٠,٢

ملاحظة رقم ٨ – الشرح

خلي بالك يا هندسة الحتة دي فنية جدا وبتحصل لما الاستشاري يطلب منك رقم السي بي آر عند كثافة معينة زي ٩٥ من بروكتور مثلا وإنت معندكش عينة اتعملت عند الكثافة دي بالظبط فالحل هنا إننا بنعمل حركة ذكية وهي إننا بنجهز ٣ عينات كلهم ليهم نفس نسبة المية اللي هي النسبة المثلى بس بنغير قوة الدمك يعني عينة بنخبطها ١٠ دمكات وعينة ٣٠ دمكه وعينة ٦٥ دمكه فكل واحدة هتطلع كثافة مختلفة واحدة خفيفة وواحدة وسط وواحدة تقيلة وبعدين بنختبر ال ٣ عينات ونطلع قيمة السي بي آر لكل واحدة وبنرسم علاقة بيانية بين الكثافة والسي بي آر ومن المنحنى ده بنقدر نطلع أي قيمة سي بي آر قصاد أي كثافة هو عاوزها وشرط أساسي إنك متلخبطش بين العينات يعني لو هتشتغل عينات مغمورة يبقى التلاتة يتغمروا ولو هتشتغل عند اختراق ٠,١ يبقى التلاتة يتحسبوا عند نفس الاختراق

الهدف من المعادلة هو إيجاد قيمة نسبة التحمل المطلوبة عند كثافة معينة عن طريق الاستنباط الخطي بين نقطتين معلومتين نسبة التحمل المستهدفة هي CBRt **نسبة التحمل للعينة الأولى هي** CBR1 **نسبة التحمل للعينة الثانية هي** CBR2**الكثافة الجافة المستهدفة هي** Dt **الكثافة الجافة للعينة الأولى هي** D1 **الكثافة الجافة للعينة الثانية هي**D2

CBRt = CBR1 + (Dt - D1) * (CBR2 - CBR1) / (D2 - D1)

مثال عملي لو عندنا كثافة مطلوبة ٢,٠٠ وكثافة العينة الأولى ١,٩٠ مع سي بي آر ١٥ وكثافة العينة الثانية ٢,١٠ مع سي بي آر ٢٥ نتبع الخطوات دي

١- نطرح الكثافة الأولى من المستهدفة ٢,٠٠ – ١,٩٠ والناتج ٠,١٠

٢- نطرح السي بي آر الأول من الثاني ٢٥ – ١٥ والناتج ١٠

٣- نطرح الكثافة الأولى من الثانية ٢,١٠ – ١,٩٠ والناتج ٠,٢٠

٤- نضرب ٠,١٠ في ١٠ ونقسم على ٠,٢٠ والناتج ٥

٥- نجمع ٥ على السي بي آر الأول ١٥ يبقى الناتج النهائي ٢٠

10.3 Calculate the dry density, ρd, of the compacted specimen (before soaking) as follows:

$$\rho_d = \frac{M_{sas}}{V_m}$$

بيحوّل الكتلة إلى وزن.
يعني العملية كلها تحويل وحدات فقط.
لو الكثافة الجافة معروفة نضربها في ٩,٨٠٦٦ فنحصل على الوزن الحجمي الجاف بوحدة kN/m³.
ولو الشغل بالنظام الأمريكي يتم الضرب في ٦٢,٤٢٨ للحصول على الوحدة lb/ft³.

مثال عملي

من الحساب السابق كانت الكثافة الجافة:
$\rho d = 1.70\ g/cm^3$

أولاً نحسب الوزن الحجمي بالنظام الدولي:
$\gamma d = 9.8066 \times 1.70$
$\gamma d = 16.67\ kN/m^3$

ولو حسبناه بالنظام الأمريكي:
$\gamma d = 62.428 \times 1.70$
$\gamma d = 106.13\ lb/ft^3$

الخلاصة

لو الكثافة الجافة للتربة = ١,٧٠ g/cm³
إذن الوزن الحجمي الجاف للتربة ≈ 16.7 kN/m³

10.4 If the test specimen was soaked, calculate the percent swell as follows:

$$s = \left(\frac{S}{h_i}\right) \times 100$$

where:
s = swell that occurred during soaking, to the nearest 0.1 %,
S = vertical swell determined from the final minus initial swell measurement, in. (mm)
hi = height of test specimen before swell, in. (mm).

١٠,٤ الترجمة

إذا تم غمر عينة الاختبار بالماء، يتم حساب نسبة الانتفاش كما يلي:

$s = (S / h_i) \times 100$

حيث:

s = نسبة الانتفاش التي حدثت أثناء الغمر، وتقرب لأقرب ٠,١ %.
S = مقدار الانتفاش الرأسي ويحسب من الفرق بين قراءة الانتفاخ النهائية والقراءة الابتدائية، بوحدة in. أو mm.
hi = الارتفاع الابتدائي لعينة الاختبار قبل حدوث الانتفاخ، بوحدة in. أو mm.

10.4 الشرح

بعد ما العينة تتدمك في اختبار CBR أحياناً بتتغمر في المية لمدة ٤ أيام علشان نشوف التربة هتتصرف إزاي لما تتشبع بالمية. بعض أنواع التربة خصوصاً الطينية بتتمدد أو تنتفخ لما تمتص المية.

علشان كده بيتم تركيب ساعة قياس على العينة قبل الغمر. الساعة دي بتقيس أي حركة رأسية بتحصل في العينة أثناء الغمر.

وزن القالب + التربة الرطبة = ٤٣٠٠g
المحتوى المائي wac = 12% = 0.12
حجم القالب Vm = 944 cm³
أول خطوة: حساب وزن التربة الرطبة
وزن التربة الرطبة = ٤٣٠٠ - ٢٥٠٠
= 1800 g
ثاني خطوة: تحويله لوزن جاف
Msac = 1800 / (1 + 0.12)
Msac = 1800 / 1.12
Msac = 1607 g
ثالث خطوة: حساب الكثافة الجافة
ρd = 1607 / 944
ρd = 1.70 g/cm³

الخلاصة

الكثافة الجافة للعينة بعد الدمك وقبل الغمر = 1.70 g/cm³ ،
والقيمة دي بتستخدم بعد كده في رسم منحنى الدمك وتحديد العلاقة بين الكثافة الجافة ونسبة الرطوبة.

10.3.1 Calculate the dry unit weight as follows:

$\gamma d = 9.8066 \times \rho d$, kN/m³

or,

$\gamma d = 62.428 \times \rho d$, lbf/ft³

where:
γd = dry unit weight, kN/m³ or lbf/ft³,
9.8066 = conversion factor, Mg/m³ or g/cm³ to kN/m³, and

62.428 = conversion factor, Mg/m³ or g/cm3 to lbf/ft³.

١٠,٣,١ الترجمة

يتم حساب الوزن الحجمي الجاف للتربة كما يلي:
$\gamma d = 9.8066 \times \rho d$ kN/m³
أو
$\gamma d = 62.428 \times \rho d$ lbf/ft³
حيث:

γd = الوزن الحجمي الجاف، بوحدة kN/m³ أو lbf/ft³.
9.8066 = معامل تحويل من Mg/m³ أو g/cm³ إلى kN/m³.
62.428 = معامل تحويل من Mg/m³ أو g/cm³ إلى lbf/ft³.

١٠,٣,١ الشرح

ρd. في الخطوة اللي قبلها احتسبت الكثافة الجافة للتربة
الكثافة الجافة معناها كتلة التربة الجافة لكل وحدة حجم.
لكن في هندسة التربة ساعات بيتم التعبير عن نفس القيمة
γd. بطريقة تانية اسمها الوزن الحجمي الجاف
الفرق بينهم بسيط.
الكثافة بتتكلم عن الكتلة.
الوزن الحجمي بيتكلم عن الوزن.
علشان نحول من الكثافة للوزن الحجمي بنضرب الكثافة في معامل ثابت. لو الوحدات بالنظام الدولي بنستخدم الرقم ٩,٨٠٦٦. الرقم ده ببساطة هو تسارع الجاذبية الأرضية اللي

قبل ما نحط العينة في المية بناخد قراءة ابتدائية للساعة. بعد فترة الغمر بناخد القراءة النهائية. الفرق بين القراءتين هو مقدار الانتفاخ الرأسي.S

لكن علشان نعرف نسبة الانتفاخ بالنسبة لحجم العينة، بنقسم مقدار الانتفاش S على الارتفاع الأصلي للعينة hi قبل الغمر. بعد كده نضرب الناتج في ١٠٠ علشان نحوله إلى نسبة مئوية.

يعني العملية كلها ببساطة:
نقيس قد إيه العينة عليت أثناء الغمر ونقارنه بارتفاعها الأصلي.

مثال عملي

ارتفاع العينة قبل الغمر hi = 115 mm

قراءة ساعة القياس قبل الغمر = ٠,٠٢ mm
قراءة الساعة بعد الغمر = ١,٣٢ mm

أول خطوة نحسب مقدار الانتفاش:

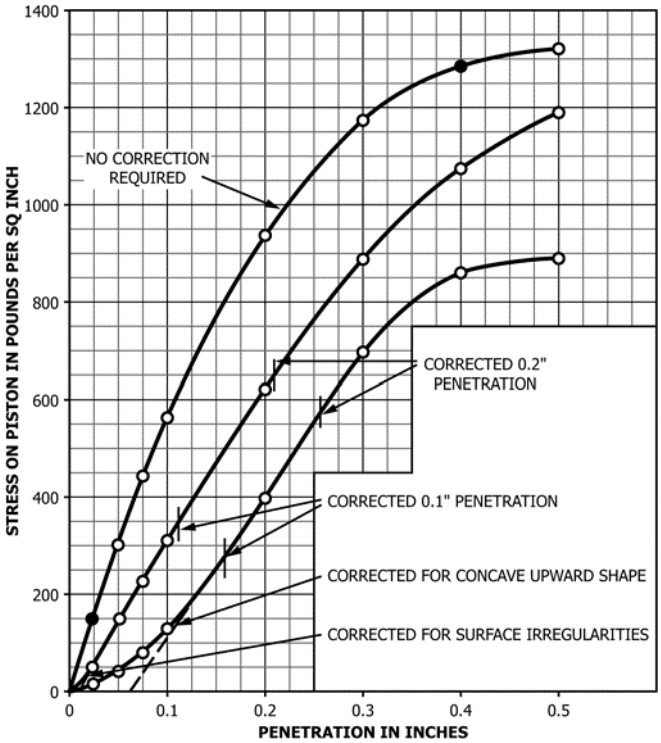
S = 1.32 − 0.02
S = 1.30 mm

ثاني خطوة نحسب نسبة الانتفاش:

s = (1.30 / 115) × 100

s = 1.13 %

الخلاصة
نسبة الانتفاش للعينة بعد الغمر ≈ ١,١ ٪ (تقرب لأقرب ٠,١٪).



NOTE 1—See Table 2 for SI equivalents.

FIG. 4 Correction of Load-Penetration Curves

شكل ٤ الترجمة
تصحيح منحنيات الحمل مقابل الاختراق (Load–Penetration Curves).

المحور الرأسي:
إجهاد المكبس بالجنيه لكل بوصة مربعة (Stress on piston in pounds per square inch).

المحور الأفقي:
مقدار الاختراق بالبوصة.(Penetration in inches)

الملاحظات على الشكل:

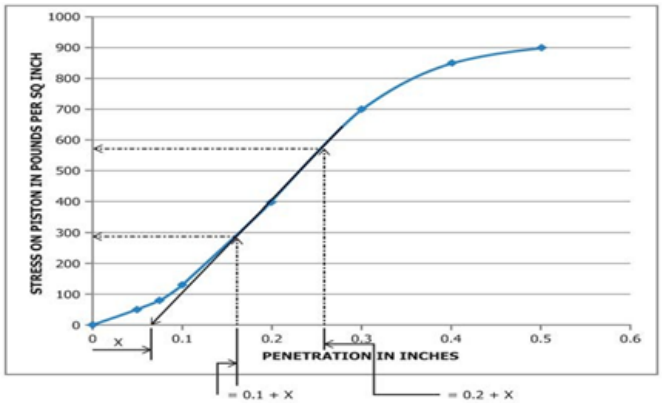
NO CORRECTION REQUIRED
لا يلزم إجراء تصحيح.

CORRECTED 0.1" PENETRATION
اختراق ٠,١ بوصة بعد التصحيح.

CORRECTED 0.2" PENETRATION
اختراق ٠,٢ بوصة بعد التصحيح.

CORRECTED FOR CONCAVE UPWARD SHAPE
تصحيح المنحنى عندما يكون مقعراً لأعلى.

CORRECTED FOR SURFACE IRREGULARITIES
تصحيح بسبب عدم انتظام سطح العينة.



When adjusting a concave upward shaped curve, project a straight line through the straight line portion of the stress-penetration curve downward until it intersects the penetration axis. Measure the distance (X) from the origin to the intersection. This distance (X) is then added to 0.1 and 0.2 of the penetrations and this creates a new

0.1 and 0.2 penetration. Project a straight line upward from these new penetration points until it intersects the stress-penetration curve and then select the appropriate stress values that correspond with new 0.1 and 0.2 penetrations.

NOTE 1—See Table 2 for SI equivalents.

FIG. 5 Method for Adjusting Concave Upward Shaped Curve

شكل ٥ الترجمة

طريقة تعديل المنحنى عندما يكون مقعراً لأعلى.

عند تعديل منحنى يكون شكله مقعراً لأعلى، يتم رسم خط مستقيم يمر خلال الجزء المستقيم من منحنى الإجهاد مقابل الاختراق ثم يتم مد هذا الخط لأسفل حتى يقطع محور الاختراق.

يتم قياس المسافة (X) من نقطة الأصل حتى نقطة التقاطع. هذه المسافة (X) يتم إضافتها إلى قيمتي الاختراق ٠,١ و٠,٢ بوصة، وبذلك يتم الحصول على قيم اختراق جديدة.

بعد ذلك يتم رسم خط رأسي لأعلى من نقاط الاختراق الجديدة حتى يقطع منحنى الإجهاد مقابل الاختراق، ثم يتم اختيار قيم الإجهاد المقابلة لقيمتي الاختراق الجديدتين ٠,١ و٠,٢ بوصة.

ملاحظة ١: راجع الجدول رقم ٢ للتحويلات المكافئة بالنظام الدولي.SI

شكل ٥ الشرح

الشكل ده بيشرح الطريقة العملية لتصحيح منحنى CBR **لو بداية المنحنى طالعة مقعرة لفوق. المشكلة دي بتحصل غالباً لما سطح العينة ما يكونش مستوي أو المكبس ما لمسش التربة كويس في أول الضغط.**

أول خطوة بنبص على الجزء المستقيم من المنحنى، يعني الجزء اللي الحمل فيه بيزيد بشكل طبيعي مع الاختراق. بنرسم خط مستقيم على الجزء ده.

بعد كده بنمد الخط ده لتحت لحد ما يقطع محور الاختراق. النقطة اللي بيقطع عندها المحور بتبقى قبل الصفر شوية. المسافة من الصفر للنقطة دي اسمهاX.

المسافة X **دي معناها إن البداية الحقيقية للاختراق كانت**

شكل ٤ الشرح

الشكل ده بيشرح مشكلة بتحصل أحياناً في اختبار CBR. **المفروض إن منحنى الحمل مع الاختراق يبدأ من نقطة الصفر ويطلع تدريجياً بشكل طبيعي. لكن في الواقع ممكن أول جزء من المنحنى يطلع غلط شوية.**

السبب غالباً بيكون إن سطح التربة مش مستوي تمام أو فيه فراغ بسيط بين المكبس وسطح العينة. لما المكبس يبدأ يضغط بيحصل تلامس تدريجي مع التربة، وده يخلي أول جزء من المنحنى مقعر لفوق بدل ما يبدأ بشكل طبيعي.

في الحالة دي المواصفة بتقول لازم نعمل تصحيح للمنحنى. التصحيح بيتم بطريقة بسيطة: بنمد الجزء المستقيم من المنحنى لحد ما يقطع محور الاختراق، ونعتبر نقطة التقاطع دي هي نقطة الصفر الجديدة للاختراق.

بعد كده بنقيس قيم الحمل عند اختراق ٠,١ بوصة و٠,٢ بوصة من نقطة الصفر الجديدة دي. القيم دي هي اللي بنستخدمها بعد كده في حساب قيمةCBR.

لكن لو المنحنى بدأ طبيعي من الأول ومافيهوش تقعر أو مشكلة في البداية، ساعتها ما نعملش أي تصحيح ونستخدم القراءات كما هي.

يعني الشكل بيوضح حالتين:

إما المنحنى طبيعي وما يحتاجش تصحيح، أو يكون فيه تقعر في البداية فنعدل نقطة البداية قبل ما نحسب قيم الاختراق القياسية.

مثال عملي

افترض إن قراءات الاختبار طلعت كده:

عند اختراق ٠,١ in الحمل = ٢٨٠ psi
عند اختراق ٠,٢ in الحمل = ٥٢٠ psi

لكن الرسم البياني بيّن إن أول جزء من المنحنى مقعر لفوق. بعد عمل التصحيح ونقل نقطة البداية الجديدة اتغيرت القراءات كالتالي:

عند اختراق ٠,١ in بعد التصحيح الحمل = ٣٥٠ psi
عند اختراق ٠,٢ in بعد التصحيح الحمل = ٦١٠ psi

القيم المصححة هي اللي يتم استخدامها في حسابCBR.

دي هي اللي بتقولك تقرب الأرقام لكام علامة عشرية وتسجلها إزاي. يعني مثلاً أحمال المكبس وقراءات الساعة وأوزان العينات لازم تتكتب بدقة في مكانها الصح في الفورمة. ده بيسهل جداً على المهندس اللي بيراجع وراك إنه يتتبع الخطوات ويتأكد إنك حسبت الـ CBR صح سواء عند اختراق ٢,٥ مم أو ٥,١ مم وما نسيتش تحط أوزان التحميل (Surcharge) أو تسجل نسبة الانتفاش (Swell).

11.2 Record as a minimum the following general informa- tion (data):

سجل كحد أدنى المعلومات العامة التالية (البيانات):

11.2.1 Any special sample preparation and testing proce- dures (for example, for self-cementing materials).

بند رقم ١١,٢,١ – الترجمة

يتم تسجيل أي إجراءات خاصة لتحضير العينات واختبارها على سبيل المثال للمواد ذاتية التصلب أو التي تمتلك خصائص أسمنتية

بند رقم ١١,٢,١ – الشرح

البند ده يا هندسة بينبهنا لنقطة فنية في غاية الخطورة وهي التعامل مع المواد الخاصة الفكرة ببساطة إن مش كل التربة زي بعضها في تربة بنسميها Self-cementing يعني بمجرد ما تلمس المية بتبدأ تتصلب وتنشف زي الأسمنت أو الجير أو أنواع معينة من الخبث (Slag).

خلي بالك يا هندسة لو التربة اللي عندك فيها الخاصية دي مينفعش تعاملها معاملة الرمل أو الطين العادي. المواصفة بتقولك لازم تسجل في التقرير إنت عملت إيه بالظبط من أول لحظة ضفت فيها المية لحد ما دمكت العينة وكسرتها. ليه؟ عشان الوقت هنا عامل أساسي جداً. لو اتأخرت في الدمك بعد إضافة المية المادة دي هتكون بدأت تشك وهتطلع نتائج CBR وهمية ومش حقيقية.

11.2.2 Sample identification (location, boring number, etc.).

11.2.3 Any pertinent testing done to describe the test sample such as: as-received water content per Test Method D2216, soil classifications per Test Method D2487, visual classification per Practice D2488, Atterberg Limits per Test Method D4318, gradation per Method D422, etc.

بند رقم ١١,٢,٢ و ١١,٢,٣ – الترجمة

متأخرة شوية عن نقطة الصفر اللي على الرسم. علشان كده بنضيف X لقيم الاختراق القياسية.

يعني بدل ما نحسب عند ٠,١ بوصة و٠,٢ بوصة، نحسب عند:

$0.1 + X$

$0.2 + X$

بعد كده نطلع رأسياً من النقطتين دول لحد ما نقابل منحنى الحمل. النقاط اللي هتقابل المنحنى هتدينا قيم الحمل الصحيحة اللي هنستخدمها بعد التصحيح.

بكده نكون عدلنا بداية المنحنى وخدنا قراءات أدق للحمل عند الاختراقات القياسية.

شكل ٥ مثال عملي

افترض إن بعد رسم الخط المستقيم وامتداده لتحت لقينا إن:

$X = 0.03$ in

إذن الاختراقات الجديدة تبقى:

$0.1 + 0.03 = 0.13$ in

$0.2 + 0.03 = 0.23$ in

بعد ما نطلع رأسياً من القيم دي على المنحنى وجدنا:

عند ٠,١٣ in الحمل = ٣٢٠psi

عند ٠,٢٣ in الحمل = ٦١٠psi

القيم دي هي اللي تستخدم بعد كده في حساب قيمة CBR بدلاً من القيم الأصلية عند ٠,١ و٠,٢ بوصة.

11 Report: Test Data Sheet(s)/Form(s)

١١.التقرير: ورقة (أوراق) بيانات الاختبار/النموذج (النماذج)

9.5 The methodology used to specify how data are re- corded on the test data sheet(s)/form(s), as given below, is covered in 1.9. An example of data sheets is included in Appendix X2.

بند رقم ١١,١ – الترجمة

تتم تغطية المنهجية المستخدمة لتحديد كيفية تسجيل البيانات في ورقة أو نماذج بيانات الاختبار كما هو موضح أدناه في المادة ١,٩ ويتم تضمين مثال لأوراق البيانات في الملحق X2

بند رقم ١١,١ – الشرح

البند ده يا هندسة بينظم لنا الورقيات و الداتا شيت اللي بنملاها وأحنا شغالين في اختبار ال CBR. الفكرة ببساطة إن المواصفة مش سايباك تسجل الأرقام بمزاجك لا دي محددة لك فورمة معينة موجودة في ملحق المواصفة Appendix X2 عشان تضمن إن كل البيانات الضرورية اتسجلت.

خلي بالك يا هندسة إن المادة ١,٩ اللي البند بيشير ليها

بحصى أصغر (Replacement) لازم تذكر النسبة المئوية اللي شلتها بالظبط عشان المصمم يعرف إن تدرج التربة الأصلي كان أخشن من اللي اتكسر في المعمل.
وبالنسبة لاسم الفني وتاريخ الاختبار دي مش مجرد روتين دي عشان "تتبع المسؤولية". اختبار ال CBR بياخد وقت طويل (٤ أيام غمر) وممكن كذا فني يشتركوا فيه فلو حصلت مشكلة في القراءات أو في حسابات الانتفاخ (Swell) لازم نرجع للشخص اللي عمل الخطوة دي بالظبط ونعرف هو مشي على خطوات المواصفة صح ولا لا. وكمان التاريخ بيعرفنا هل العينة قعدت في المية ٩٦ ساعة بالظبط ولا الفني استعجل وطلعها بدري.

11.3 Record as a minimum the following test specimen data:

11.3.1 Method used for preparation and compaction of specimen: Test Methods D698 or D1557, or other, with description.

11.3.2 Condition of sample (unsoaked or soaked).

11.3.3 Dry unit weight of sample as compacted (before soaking) to the nearest 0.1 lbf/ft^3 or 0.02 kN/m^3.

بند رقم ١١,٣ و ١١٣,١ و١١,٣,٢ و١١٣,٣– الترجمة
يتم تسجيل بيانات عينة الاختبار التالية كحد أدنى وهي الطريقة المستخدمة لتحضير ودمك العينة سواء كانت طرق الاختبار ASTM D698 أو ASTM D1557 أو غيرها مع الوصف وحالة العينة سواء كانت مغمورة أو غير مغمورة والكثافة الجافة للعينة كما تم دمكها قبل الغمر لأقرب ٠,١ رطل لكل قدم مكعب أو ٠,٠٢ كيلو نيوتن لكل متر مكعب

بند رقم ١١,٣ و ١١٣,١ و١١,٣,٢ و١١٣,٣– االشرح
البند ده يا هندسة هو شهادة ميلاد العينة اللي بتعرفنا هي اتعملت باني طاقة دمك بالظبط. الفكرة ببساطة إن قيمة ال CBR بتعتمد اعتماد كلي على نوع البروكتور اللي إنت شغال عليه و لو اشتغلت بروكتور عادي ASTM D698 هتطلع قيمة ولو اشتغلت بروكتور معدل ASTM D1557 هتطلع قيمة تانية خالص لنفس التربة عشان كدة لازم تذكر بوضوح في التقرير إنت اتبعت أنهي مواصفة فيهم. وخلي بالك يا هندسة من حالة العينة لو العينة اتكسرت وهي ناشفة غير مغمورة بتدي أرقام عالية جداً بتفرح المقاول بس بتخدع المصمم لو المنطقة دي معرضة لمية مطر أو تسريب مية جوفية وعشان كدة لازم الحالة تتكتب ببنط عريض. وأهم رقم بيتحط في التقرير هو الكثافة الجافة قبل الغمر ولازم تتقرب لأقرب ٠,١ عشان هي دي اللي هنقارنها بالكثافة القصوى ونعرف إحنا حققنا نسبة دمج كام في المعمل قبل ما نكسر ال CBR.

11.3.4 Water content of sample to the nearest 0.1 %:

تحديد العينة مثل الموقع ورقم الجسة وغيرها وأي اختبارات ذات صلة أجريت لوصف عينة الاختبار مثل محتوى الماء عند الاستلام وفقاً لطريقة الاختبار ASTM D2216 وتصنيفات التربة وفقاً لطريقة الاختبار ASTM D2487 والتصنيف البصري وفقاً للممارسة ASTM D2488 وحدود أتبرغ وفقاً لطريقة الاختبار ASTM D4318 والتدرج الحبيبي وفقاً للمنهج ASTM D422 وغيرها

بند رقم ١١,٢,٢ و ١١,٢,٣ – الشرح
البند ده يا هندسة بيقولك إن نتيجة ال CBR لوحدها كدة رقم ملوش معنى لو مكنش جنبه بطاقة تعارف كاملة للتربة. الفكرة ببساطة إنك لازم تربط القوة اللي طلعتها بمكان العينة بالظبط محطة كام أو جيسة رقم كام وعمق كام عشان المهندس المصمم يعرف هو بيحط أسفلت على إيه.
كمان المواصفة بتلزمك تحط السي في بتاع التربة دي. يعني لازم تذكر في التقرير التربة دي تصنيفها إيه حسب ASTM D2487 مثلاً A-2-4 أو GC وكمان نتائج المناخل وال Hydrometer ونتائج حدود أتبرغ ال LL وال PI ليه كل ده؟ عشان لو قيمة ال CBR طلعت ٥٠٪ والتربة تصنيفها طين (CH) يبقى في حاجة غلط والتقرير ده مضروب. الربط بين الاختبارات دي هو اللي بيضمن منطقية النتائج وجودة الشغل في المعمل.

11.2.4 The percent material retained on the 19-mm sieve for those cases where scalping and replacement is used.

11.2.5 Technician name/initials of personnel performing the test.

11.2.6 Date(s) of testing.

بند رقم ١١,٢,٤ و ١١,٢,٥ و ١١,٢,٦ – الترجمة
النسبة المئوية للمواد المحتجزة على منخل ١٩ مم في الحالات التي يتم فيها استخدام طريقة الاستبعاد والاستبدال واسم الفني أو الأحرف الأولى من اسم الموظف الذي قام بإجراء الاختبار وتواريخ إجراء الاختبار

بند رقم ١١,٢,٤ و ١١,٢,٥ و ١١,٢,٦ – الشرح
خلي بالك يا هندسة البنود دي هي اللي بتضمن شفافية و مصداقية الاختبار. الفكرة ببساطة إن اختبار الـ CBR قالب قطره ٦ بوصة بس فلو عندك حصى كبير أكبر من ٤/٣ بوصة أو ١٩ مم مش هيعرف يترص جوه القالب صح وهيدي نتايج وهمية. عشان كدة المواصفة بتلزمك لو شلت الحصى الكبير ده (Scalping) واستبدلته

11.3.4.1 As compacted.
11.3.4.2 Top 1-in (25.4-mm) layer after soaking.

بند رقم ١١,٣,٤ – الترجمة

يتم تسجيل محتوى الماء للعينة لأقرب ٠,١ ٪ في الحالات التالية:

11.3.4.1 **محتوى الماء عند الدمك (الرطوبة الأصلية).**

11.3.4.2 **محتوى الماء للطبقة العلوية بسمك ١ بوصة (٢٥,٤ مم) بعد الغمر.**

بند رقم ١١,٣,٤ – الشرح

البند ده يا هندسة بيحدد لنا أهم رقمين رطوبة في الاختبار كله، ودول اللي بيحددوا مصير العينة ومصداقية الشغل:

محتوى الماء عند الدمك:(As Compacted)

دي نسبة المية اللي إنت ضفتها للتربة في الصينية قبل ما تحطها في القالب. الرقم ده لازم يكون قريب جداً من الرطوبة المثلى (OMC) **اللي طلعتها من اختبار البروكتور. لو الفرق كبير، يبقى العينة مش بتمثل أقصى قوة للتربة وال** CBR **هيطلع ضعيف.**

محتوى الماء للطبقة العلوية بعد الغمر:

دي بقى التكة اللي بتبين التربة دي بتشرب مية قد إيه. بعد ما بنطلع القالب من المية بعد ٤ أيام، بنقشط أول بوصة من فوق وناخدها نقيس رطوبتها. ليه أول بوصة؟ لأن دي أكتر منطقة بتضعف بسبب المية، وهي دي اللي المكبس هيدخل فيها. لو لقيت الرطوبة هنا زادت بكتير عن رطوبة الدمك، ده معناه إن التربة دي شربة للمية وقوتها هتقل جداً وقت السيول أو

11.3.5 Swell (percentage of initial height) to the nearest 0.1 %.
11.3.6 Stress-penetration curve.
11.3.7 Corrected CBR value of sample (unsoaked or soaked) at 0.100 in. (2.5 mm) penetration or at 0.200 in. (5.08 mm) penetration, to the nearest 0.1 %.
11.3.8 Surcharge weight(s) used for the testing.
11.3.9 Immersion period, hours.

بند رقم ١١,٣,٥ إلى ١١,٣,٩ – الترجمة

يتم تسجيل البيانات التالية لعينة الاختبار:

١١,٣,٥ نسبة الانتفاش (كنسبة مئوية من الارتفاع الأصلي) لأقرب ٠,١ ٪.

١١,٣,٦ منحنى الإجهاد والاختراق.

١١,٣,٧ قيمة CBR **المصححة للعينة (مغمورة أو غير مغمورة) عند اختراق ٢,٥ مم أو عند اختراق ٥,٠٨ مم، لأقرب ٠,١ ٪.**

١١,٣,٨ أوزان التحميل المستخدمة في الاختبار.

١١,٣,٩ فترة الغمر بالساعات.

البنود من ١١,٣,٥ إلى ١١,٣,٩ – الشرح

البنود دي يا هندسة بتمثل الخلاصة اللي المصمم بيدور عليها في التقرير عشان يقرر هل التربة دي تصلح للتأسيس ولا لا:

١-نسبة الانتفاش (Swell)**:**

دي أهم معلومة للتربة الطينية. بنحسب الفرق بين قراءة ساعة القياس قبل الغمر وبعد ال ٩٦ ساعة، ونقسمها على ارتفاع العينة الأصلي. لو الرقم ده زاد عن ٢٪ أو ٣٪ (حسب مواصفة المشروع)، التربة دي خطر لأنها بترفص الطريق لما تشرب مية وممكن تكسر الأسفلت.

٢-منحنى الإجهاد والاختراق (Stress-Penetration Curve)**:**

ده رسم القلب بتاع الاختبار. لازم يترسم بدقة ومنه بنعرف هل الاختبار مشي طبيعي ولا حصل خلل زي الالتواء اللي اتكلمنا عنه في ملحوظة ٦.

٣-قيمة CBR **النهائية:**

بناخد الإجهاد عند ٢,٥ مم ونقسمه على (١٠٠٠ psi)، والإجهاد عند ٥,١ مم ونقسمه على (١٥٠٠ psi). النسبة الأكبر فيهم هي اللي بتعبر عن قوة التربة. وبنقرب النتيجة لأقرب ٠,١ ٪ (مثلاً ١٥,٤٪).

٤-أوزان التحميل وفترة الغمر:

لازم يتكتب في التقرير إننا حطينا (١٠ lb) كأوزان تحميل،

وإن العينة قعدت (٩٦ ساعة) في المية. الأرقام دي هي شهادة الضمان إن الاختبار اتعمل حسب المواصفة ASTM D1883 **مش سلق بيض.**

12 Precision and Bias

١٢.الدقة والتحيز

12.3 *Precision*—Test data on precision is not presented due to the nature of the materials tested by this test method. It is either not feasible or too costly at this time to have ten or more laboratories participate in a round-robin testing program. Notwithstanding this statement the following is offered for guidance:

بند رقم ١٢,١ – الترجمة

١٢,١ الدقة: لا يتم تقديم بيانات اختبار حول الدقة نظراً لطبيعة المواد التي يتم اختبارها بواسطة طريقة الاختبار هذه. فإنه إما من غير الجدوى أو من المكلف للغاية في الوقت الحالي مشاركة عشرة مختبرات أو أكثر في برنامج اختبار دوري (Round-robin)**. وبالرغم من هذا البيان، يتم تقديم ما يلي كإرشادات:**

بند رقم ١٢,١ – الشرح

البند ده يا هندسة بيتكلم عن الأمانة العلمية لمواصفة

المواصفة بتقول إن البروكتور المعدل (D1557) أدق من البروكتور العادي (D698)، لأن معامل الاختلاف فيه أقل (٥,٩٪ مقابل ٨,٢٪). ده معناه إن الطاقة العالية في الدمك المعدل بتقلل العشوائية في توزيع الحبيبات.

قاعدة ال (٢٣٪ و ١٧٪):

دي أهم حتة للمهندس المدني. لو فني عمل اختبار CBR لتربة وطلعت ١٠٪ وبعدين عاد الاختبار تاني لنفس التربة:

لو شغال بروكتور عادي: مسموح للنتيجة التانية تكون في حدود (١٠٪ ± ٢,٣٪)، يعني بين ٧,٧٪ و ١٢,٣٪.

لو شغال بروكتور معدل: مسموح للنتيجة التانية تكون في حدود (١٠٪ ± ١,٧٪)، يعني بين ٨,٣٪ و ١١,٧٪.

لو الفرق طلع أكبر من كدة (مثلاً أول مرة ١٠٪ وتاني مرة ١٥٪)، يبقى فيه مشكلة عند الفني يا إما مسواش السطح صح أو مصفاش المية كويس، أو مكنش دقيق في ميزان العينة.

الـ ASTM. كلمة Precision (الدقة) في عالم المواصفات معناها: ان لو ١٠ معامل خدوا نفس العينة واختبروها، هل هيطلعوا نفس الرقم بالظبط؟.

المواصفة هنا بتقولك بمنتهى الصراحة: إحنا معندناش جدول دقة محدد لل CBR والسبب في كده حاجتين:

طبيعة التربة: التربة مادة عنيدة وغير متجانسة. يعني حتى لو خدت عينتين من نفس الكيس، ممكن ترتيب الحبيبات جوه القالب يختلف، فواحدة تدي CBR 15% والتانية تدي ١٨٪.

تكلفة الاختبار: عشان ال ASTM تطلع أرقام دقة رسمية لازم تعمل برنامج اسمه Round-robin، يعني تبعت نفس التربة ل ١٠ معامل مختلفة وتدفع لهم فلوس وتراقبهم وده اختبار بياخد وقت ٤ أيام غمر ومكلف جداً فصعب تنفيذه إحصائياً بشكل مستمر.

بس خلي بالك المواصفة مش سايباها سداح مداح هي بتقولك إنها هتديك إرشادات (Guidance) في البنود اللي جاية عشان تعرف لو النتائج بعيدة عن بعضها يبقى العيب في الفني أو الجهاز، مش في التربة.

12.1.2 Subcommittee D18.05 is seeking any data from the users of this test method that might be used to make a more thorough statement on precision.

بند رقم ١٢,١,٢ – الترجمة

١٢,١,٢ تسعى اللجنة الفرعية D18.05 للحصول على أي بيانات من مستخدمي طريقة الاختبار هذه، والتي يمكن استخدامها لتقديم بيان أكثر تفصيلاً ودقة حول دقة الاختبار (Precision).

12.1.1 Single operator, based on seven repetitions, coeffi-cient of variation (1S%) has been found to be 8.2 % (com-pacted per Test Method D698) and 5.9 % (compacted per Test Method D1557). Therefore, results of two properly conducted tests by the same operator on the same material are not expected to differ by more than 23 % (compacted per Test Method D698) and 17 % (compacted per Test Method D1557).4 See Appendix X1 for the data used.

بند رقم ١٢,١,٢ – الشرح

البند ده يا هندسة بيكشف لك إن المواصفات العالمية زي ال ASTM مش دي مواصفات حية بتتطور بمشاركتنا إحنا كمهندسين وفنيين.

الفكرة ببساطة:

اللجنة المسؤولة عن اختبارات التربة (D18.05) في منظمة ال ASTM عارفة إن بيانات الدقة اللي موجودة في البند اللي فات ال ٢٣٪ وال ١٧٪ مبنية على تجارب محدودة ٧ تكرارات بس. وعشان يخلوا المواصفة أدق وأقرب للواقع العملي في المعامل حول العالم هما بيطلبوا من أي معمل شغال بال CBR وبيرصد فروقات إحصائية بين العينات إنه يبعت لهم النتائج دي.

ليه الموضوع ده يهمك؟

التحديث المستمر: ممكن السنة الجاية تفتح المواصفة تلاقي نسب ال ١٧٪ دي اتغيرت بقت ١٥٪ أو زادت وده بناءً

بند رقم ١٢,١,١ – الترجمة

١٢,١,١ المشغل الواحد (فني واحد): بناءً على سبعة تكرارات، وُجد أن معامل الاختلاف (1S٪) هو ٨,٢ ٪ (للدمك حسب ASTM D698) و ٥,٩ ٪ (للدمك حسب ASTM D1557). لذلك، من غير المتوقع أن تختلف نتائج اختبارين تم إجراؤهما بشكل صحيح بواسطة نفس الفني وعلى نفس المادة بنسبة تزيد عن ٢٣ ٪ (للدمك العادي D698) و ١٧ ٪ (للدمك المعدلي D1557). انظر الملحق X1 للبيانات المستخدمة.

بند رقم ١٢,١,١ – الشرح

البند ده يا هندسة هو الميزان اللي بنعرف بيه هل الفني اللي شغال في المعمل ده صنايعي وشغله دقيق ولا بيألف أرقام. المواصفة هنا حددت لنا هوامش الخطأ المسموح بها بين أي اختبارين لنفس التربة ونفس الفني:

معامل الاختلاف (Coefficient of Variation):

على البيانات اللي المهندسين بعتوها للجنة.
المشاركة العلمية: المعامل الكبيرة والمراكز البحثية بتبعث داتا ضخمة لل ASTM عشان يساهموا في وضع معايير الجودة العالمية.

12.4 Bias—There is no accepted reference value for this test method, therefore, bias cannot be determined.

٣,١ التحيز – لا توجد قيمة مرجعية مقبولة لطريقة الاختبار هذه، وبالتالي لا يمكن تحديد التحيز.

13.Keywords

13.1California Bearing Ratio; CBR; pavement subgrade; subbase; strength; pavement design

١٣. الكلمات المفتاحية

١٣,١ نسبة تحمل كاليفورنيا؛ CBR؛ طبقة الأساس الفرعية للرصف؛ الطبقة الأساسية؛ القوة؛ تصميم الرصف

APPENDIXES

الملاحق

(Nonmandatory Information)

(معلومات غير إلزامية)

X1. COMPACTIVE EFFORT SHEET

X1. ورقة جهد التعاون

X1.1 See Fig. X1.1 for more information.

X1.1 انظر الشكل X1.1 لمزيد من المعلومات.

STANDARD (D698) CBR (X)	$(X-\bar{X})$	$(X-\bar{X})^2$	MODIFIED (D1557) CBR (X)	$(X-\bar{X})$	$(X-\bar{X})^2$
16.7	0.5	0.25	77.0	3.0	9.00
15.7	1.5	2.25	70.2	3.8	14.44
18.2	1	1.00	80.8	6.8	46.24
18.2	1	1.00	68.2	5.8	33.64
18.8	1.6	2.56	76.7	2.7	7.29
19.3	2.1	4.41	71.7	2.3	5.29
17.9	0.7	0.49	73.3	0.7	0.49
$\Sigma X = 124.8$		$\Sigma(X-\bar{X})^2 = 11.96$	$\Sigma X = 517.9$		$\Sigma(X-\bar{X})^2 = 116.39$

$\bar{X} = 17.2$

$S = \frac{11.96}{6} = 1.99$

1S (one sigma) = $\sqrt{1.99} = 1.41$

$1S\% = \frac{1.41 \times 100}{17.2} = 8.2\%$

D2S% = 22.6%

$\bar{X} = 74.0$

$S = \frac{116.39}{6} = 19.39$

$1S = \sqrt{19.39} = 4.4$

$1S\% = \frac{4.4 \times 100}{74} = 5.9\%$

D2S% = 16.7%

NOTES:
- All Materials passed the #10 sieve
- Over 90% of all materials passed the #40 sieve
- Method A of AASHTO T99 & T180 used
- Unit weights were 110 PCF ± (D698) and 122 PCF ± (D1557)
- 7 test repetitions
- The above data is from one user
- The (1S) and (D2S) limits represent the limits as described in ASTM Practice C670.

FIG. X1.1 Compactive Effort

X2. EXAMPLE DATA SHEETS

X2.1 Fig. X2.1 and Fig. X2.2 provide examples of data sheets.

الترجمة

X2. EXAMPLE DATA SHEETS ملحق (X2) نماذج لجداول البيانات.

X2.1 Fig. X2.1 and Fig. X2.2 provide examples of data sheets بند (X2.1) الشكل رقم X2.1 والشكل رقم X2.2 يقدموا نماذج استرشادية لجداول البيانات.

Standard (D698) اختبار بروكتور القياسي (طاقة دمج منخفضة).

Modified (D1557) اختبار بروكتور المعدل (طاقة دمج عالية).

CBR (X) قيم نتائج اختبار نسبة تحمل كاليفورنيا.

Average ($\bar{X}$) المتوسط الحسابي للنتائج.

1S (Standard Deviation) الانحراف المعياري (سيجما واحدة).

1S% معامل الاختلاف (النسبة المئوية للانحراف عن المتوسط).

D2S% حدود الفرق المقبول بين نتيجتين (أقصى تفاوت مسموح به).

الشرح

بص الجدول ده هدفه يعرفنا مدى دقة وثبات نتائج المعمل لما بنعمل اختبار ال CBR هو قارن بين طريقتين للدمك :
القياسي اللي طاقته قليلة والمعدل اللي طاقته عالية

خطوات الحساب اللي في الجدول:

١. **الخانة** (X) **جاب ٧ عينات وطلع قيمة ال CBR لكل واحدة.**
٢. **المتوسط** ($\bar{X}$) **جمعهم وقسمهم على ٧. في القياسي طلع ١٧,٢، وفي المعدل طلع ٧٤,٠ طبعاً المعدل دايماً أعلى عشان الدمك أقوى .**
٣. **الانحراف** 1S **ده بيقيس النتائج بعيدة عن بعضها قد إيه و لو الرقم ده صغير، يبقى المعمل شغله دقيق والنتائج قريبة من بعضها.**
٤. **النسبة** 1S% **دي بنسميها معامل الاختلاف هنا في القياسي طلعت ٨,٢٪ وفي المعدل ٥,٩٪. ده معناه إن نتائج المعدل فيها تشتت أقل ودقة أعلى شوية من القياسي.**
٥. **حدود ال** D2S% **دي أهم حتة، دي بتقولك لو أنت عملت اختبارين لنفس التربة، المفروض الفرق بينهم ميزيدش عن النسبة دي.**

مثال عملي

تخيل إنك مهندس استشاري في موقع، والمقاول باعتلك نتيجتين CBR لنفس نوع التربة باستخدام الدمك المعدل (Modified):

- **النتيجة الأولى: ٧٨**
- **النتيجة الثانية: ٦٥**

هل النتائج دي مقبولة إحصائياً؟ نطبق اللي في الجدول:

١. **المتوسط = (٧٨ + ٦٥) / ٢ = ٧١,٥**
٢. **الفرق بين النتيجتين = ٧٨ – ٦٥ = ١٣**
٣. **نسبة الفرق للمتوسط = (١٣ / ٧١,٥) * ١٠٠ = ١٨,٢%**

الحكم :بالرجوع للجدول في خانة المعدل ال D2S% **المسموح بها هي** .16.7%**بما إن الفرق اللي عندك ١٨,٢٪ أكبر من المسموح به ١٦,٧٪ يبقى النتائج دي فيها تضارب وغير مقبولة، ولازم الاختبار يعاد أو نتأكد من تجانس العينة.**

CALIFORNIA BEARING RATIO

MADE FOR: _____ DATE: _____

PROJECT: _____ PROJECT NO. _____

SOURCE: _____ LABORATORY NO: _____

MOLD NO: _____ DATE RECEIVED: _____ DATE TESTED: _____

MAX. DRY UNIT WEIGHT (lbf/ft^3) _____ OPTIMUM WATER CONTENT (%): _____

Test Method: _____ Hammer (lbm), _____ Drop (in), _____ Blows, _____ Layers

☐ Soaked CBR ☐ Unsoaked CBR

UNIT WEIGHT DETERMINATION			Molded Water Content (g)	Water Content Top Inch
Wgt of Mold + Wet Soil (lbf)		Wgt of Cup + Soil, Wet		
Wgt of Mold (lbf)		Wgt of Cup + Soil, Dry		
Wgt of Wet Soil (lbf)		Wgt. Of Water		
Vol. Of Mold (ft^3)		Tare Cont. Wt.		
Wet Unit Wt. (lbf/ft^3)		Tare Cont. #		
Dry Unit Wt. (lbf/ft^3)		Wgt of Dry Soil		
Percent Compaction (%)		WATER CONTENT		

Penetration (in)	Total Load (lbf)	Stress (psi)
0.00		
0.03		
0.05		
0.08		
0.10		
0.15		
0.20		
0.25		
0.30		
0.40		
0.50		

Apply Load @ 0.1 inches in 2 minutes (0.05"/min.)

Swell:

Dial Reading after Test: _____

Dial Reading before Test: _____

Swell (in) _____

Swell (%): _____

% Retained #4 Sieve: ☐

Visual Description _____

USCS Classification _____

AASHTO Class. _____

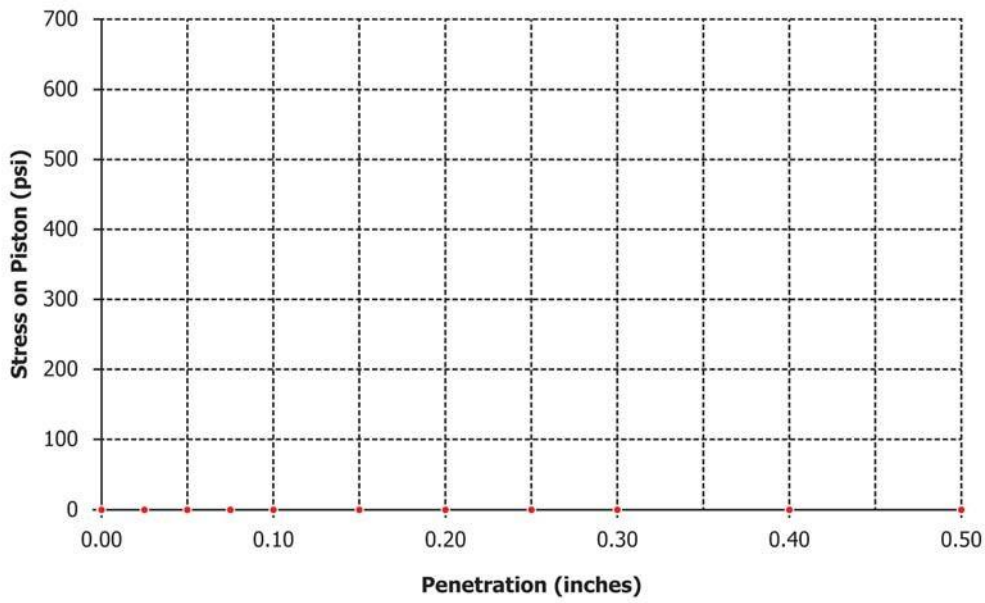
Group Index: _____

Techician:

FIG. X2.1 Data Sheet Example

California Bearing Ratio

Record #: _____ Test Date: _____
Client: _____ Tested By: _____
Project: _____ Compaction method: _____
Location: _____ _____ Soaked CBR
Lab No.: _____ _____ Unsoaked CBR



CBR @ 0.1 in. penetration: _____
Swell (%): _____
Dry Unit Wgt Before Soaking (lbf/ft^3): _____
Water Content Before Soaking (%): _____
Water Content After Soak, Top in. (%): _____

Maximum Dry Unit Wgt (lbf/ft^3): _____
Optimum Water Content (%): _____

Visual Description:
_____

% Retained No. 4 Sieve _____

Reviewed By: _____

FIG. X2.2 Data Sheet Example