অধ্যায়-৭ ম্যাসনরি ড্যাম

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ড্যাম বা ম্যাসনরি ড্যাম বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১৮, ২১, ২৩

উত্তরঃ প্রবাহমান নদী বা স্রোতস্বিনীর আড়াআড়িভাবে নির্মিত যে কাঠামো প্রাকৃতিক প্রবাহকে বাধা প্রদান করে এর উজানে বিস্তৃর্ণ এলাকাজুড়ে পানি জমিয়ে জলাধার সৃষ্টি করে তাকে বাঁধ (Dam) বলে।

**** ২। গ্রাভিটি ড্যাম (Gravity Dam) বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০১৭'পরি, ২০

উত্তরঃ ড্যাম যদি তার নিজস্ব ওজন দিয়েই পানির (প্রবাহের) পার্শ্বচাপ প্রতিহত করতে পারে, তবে তাকে গ্রাভিটি ড্যাম বলে।

*** ৩। নির্মাণ সামগ্রীর উপর ভিত্তি করে ম্যাসনরি ড্যাম কত প্রকার ও কী কী?** বাকাশিবো- ২০১০

উত্তরঃ নির্মাণ সামগ্রীর উপর ভিত্তি করে ম্যাসনরি ড্যাম পাঁচ প্রকার। যথা ঃ

i) কংক্রিট ম্যাসনরি ড্যাম

ii) আর. সি. সি. ম্যাসনরি ড্যাম

iii) রাবল ম্যাসনরি ড্যাম

iv) সাইক্লোপিয়ান ম্যাসনরি ড্যাম

v) মাটির ড্যাম

***** ৪। ড্যামের স্থায়ীত্ব বা স্থিতিশীলতার শর্তগুলো কী কী**

বাকাশিবো- ২০০৩, ০৫, ০৯, ০৯'পরি, ১০, ১৪'পরি, ১৮, ২০

উত্তরঃ ড্যামের স্থিতিশীলতার শর্তগুলো হলো-

i) ড্যামের ভিত্তিতে বা বেইজে টান পীড়ন বিহীন হবে।

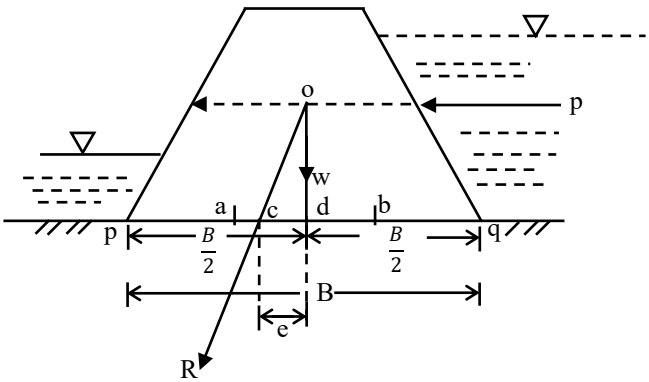
ii) ড্যাম পিছলিয়ে যাওয়ার প্রবণতামুক্ত হবে।

iii) ড্যাম উল্টিয়ে যাওয়ার প্রবণতামুক্ত হবে।

iv) ড্যামের গাঁথুনি পানি নিরোধক হবে

v) ড্যামের গাঁথুনি অভঙ্গুর হবে।

***** ৫। মধ্য তৃতীয়াংশ সূত্র বা Middle- Third Law বলতে কী বুঝায়?** **বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪, ০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯'পরি, ১১'পরি, ১২'পরি, ১৩, ১৪'পরি, ১৫'পরি, ১৮, ২০, ২৩, ২৩'পরি**



চিত্র ঃ ড্যাম, ড্যামের লব্দি বলের ক্রিয়া বিন্দু ও বিকেন্দ্রিকতা

উত্তরঃ ড্যামের তলদেশের প্রস্থকে সমান তিনটি অংশকে ভাগ করলে এর মাঝের অংশকে মধ্য-তৃতীয়াংশ বলে। ড্যামের প্রস্থচ্ছেদ এমন হওয়া উচিত, যাতে পানির পার্শ্বচাপ (P) এবং ওজন (W) এর লব্ধি বল (R) ড্যামের বেইজের মধ্য- তৃতীয়াংশ দিয়ে অতিক্রম করে, ফলে ড্যামটির বেইজে

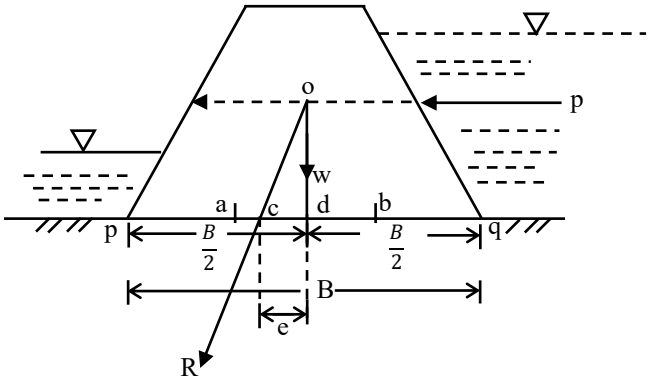
টানপীড়ন হবে না, উল্টিয়ে পড়বে না, এবং ড্যামের অসম বসন দূরীভূত হবে। একে মধ্য-তৃতীয়াংশ সূত্র বলে

চিত্রে, ab = মধ্য-তৃতীয়াংশ
d = বেইজের মধ্যবিন্দু
c = বেইজে লব্দি বলের ছেদ বিন্দু
বিকেন্দ্রিকতা (e) = cd

*** ৬। বিকেন্দ্রিকতা বা বিকেন্দ্রিক দূরত্ব বলতে কী বুঝায়?

বাকাশিবো-২০১০, ১৪'পরি, ১৭

উত্তরঃ



চিত্র ঃ ড্যাম, ড্যামের লব্দি বলের ক্রিয়া বিন্দু ও বিকেন্দ্রিকতা

পানির পার্শ্বচাপ (P) এবং ওজন (W) এর লব্ধি বল (R) ড্যামের বেইজের মধ্যবিন্দু হতে যে দূরত্ব দিয়ে অতিক্রম করে তাকে ড্যামের বিকেন্দ্রিকতা বা বিকেন্দ্রিক দূরত্ব বলে। একে e দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

চিত্রে, ab = মধ্য-তৃতীয়াংশ
d = বেইজের মধ্যবিন্দু
c = বেইজে লৃব্দি বলের ছেদ বিন্দু
বিকেন্দ্রিকতা (e) = cd

*** ৮। ড্যামের বেইজে টানপীড়ন বিহীন হওয়ার শর্তটি প্রমাণ কর।**

বাকাশিবো- ১২'পরি, ১৬'পরি

উত্তরঃ পানির পার্শ্বচাপের ফলে সৃষ্ট টান পীড়ন (বেন্ডিং পীড়ন) ড্যামের ওজনের জন্য সৃষ্ট প্রত্যক্ষ পীড়নের সমান বা কম হলে ড্যামের বেইজে টান পীড়ন হবে না। অর্থাৎ, $f_b \leq f_o$

$$\frac{6\,We}{b^2} \leq \frac{W}{b}$$

$\therefore e \leq \frac{b}{6}$ [$\therefore b =$ ড্যামের বেইজের প্রস্থ]

অর্থাৎ, বিকেন্দ্রিক দূরত্ব ড্যামের মধ্যবিন্দু হতে $\frac{b}{6}$ এর সমান বা কম হলে ড্যামের বেইজে টানপীড়ন হবে না।

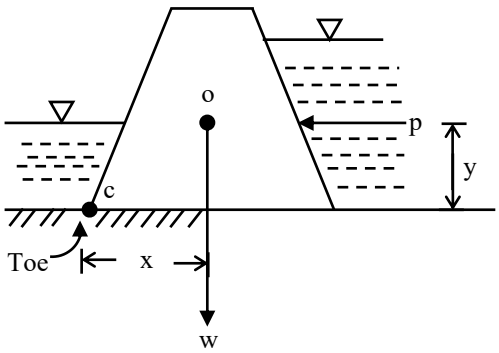
*** ৯। ড্যাম উল্টিয়ে পড়ার প্রবণতা কখন সৃষ্টি হয়?** বাকাশিবো- ২০১৭

উত্তরঃ ড্যামের টো (Toe) কে কেন্দ্র করে পানির পার্শ্বচাপের (P) ফলে সৃষ্ট উল্টানো মোমেন্ট ড্যামের নিজস্ব ওজন এর (W) জন্য সৃষ্ট প্রতিরোধী মোমেন্ট অপেক্ষা বেশি হলে ড্যাম উল্টিয়ে পড়ে বা পড়ার প্রবণতা সৃষ্টি হয়।

পানির চাপের ফলে সৃষ্ট মোমেন্ট, $M_0 = p \times y$

ওজনের দ্বারা প্রতিরোধী মোমেন্ট, $M_R = w \times x$

নিরাপত্তার জন্য, $F.S = \frac{M_R}{M_0} \geq 2$



*** ১০। ড্যাম পিছলে যাওয়ার প্রবণতামুক্ত হওয়ার শর্ত কী?** বাকাশিবো- ২০১৫'

উত্তরঃ পানির পার্শ্বচাপ অপেক্ষা মাটি ও ড্যামের বেইজের মধ্যাকার ঘর্ষণ বল বেশি হলে পিছলাবে না। এক্ষেত্রে নিরাপত্তার জন্য সহগ $(F.S) = \frac{\mu W}{P} \geq 1.5$ ধরা হয়। যেখানে, W = ড্যামের ওজন, μ = ঘর্ষণ সহগ, P = পানির পার্শ্বচাপ (বল)।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। ড্যাম কী এবং এটি নির্মাণের উদ্দেশ্যগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৭'পরি, ২৩

উত্তরঃ প্রবাহমান নদী বা স্রোতস্বিনীর আড়াআড়িভাবে নির্মিত যে কাঠামো প্রাকৃতিক প্রবাহকে বাধাপ্রদান করে এর উজানে বিস্তীর্ণ এলাকাজুড়ে পানি জমিয়ে জলাধার সৃষ্টি করে তাকে বাঁধ (Dam) বলে।

নিম্নলিখিত উদ্দেশ্যে ড্যাম নির্মাণ হয় ঃ

i) ড্যাম বা বাঁধের উজানে জমানো পানি দিয়ে শুষ্ক মৌসুমে সেচের মাধ্যমে পানি সরবরাহ করে কৃষিকার্য পরিচালনা করা।

ii) বর্ষা মৌসুমে বা অতিবৃষ্টির সময় অতিরিক্ত পানি বাঁধের উজানে আটকে রেখে ভাটি অঞ্চলকে বন্যার হাত থেকে রক্ষা করা।

iii) বাঁধের উজানে পানি আটকে রেখে নৌ-চলাচলের (নাব্যতা) ব্যবস্থা করা।

iv) উজানে জমানো পানিতে মাছ চাষ ও চিত্ত বিনোদনমূলক কাজ পরিচালনা করা।

v) উজানের জমানো পানিকে সুনিয়ন্ত্রিত উপায়ে ছেড়ে দিয়ে কম খরচে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা।

vi) বাঁধকে নদী পারাপারের সড়ক হিসেবে ব্যবহার করা ইত্যাদি।

২। বিভিন্ন প্রকার ড্যামের নাম লেখ বা শ্রেণিবিভাগ লেখ।

বাকাশিবো- ২০১৯'পরি

উত্তরঃ ড্যাম বা বাঁধকে সাধারণত দুইভাগে ভাগ করা যায়। যেমন ঃ

ক) মাটির বাঁধ

খ) ম্যাসনরি বাঁধ

ম্যাসনরি ড্যাম আবার বিভিন্ন প্রকার হয়ে থাকে-

i) কংক্রিট ম্যাসনরি বাঁধ

ii) আর. সি. সি বাঁধ

iii) রাবল ম্যাসনরি বাঁধ

iv) সাইক্লোপিয়ান ম্যাসনরি বাঁধ।

প্রযুক্তিগত দিক থেকে বাঁধের প্রকার ঃ

ক) নমনীয় বাঁধ (মাটির বাঁধ, রকফিল বাঁধ)

খ) অনমনীয় বাঁধ। অনমনীয় বাঁধ বিভিন্ন প্রকার হতে পারে। যেমন ঃ

i) কংক্রিট বাঁধ

ii) আর.সি.সি বাঁধ

iii) টিম্বার বাঁধ

iv) ইস্পাত বাঁধ ইত্যাদি।

এছাড়া আকার- আকৃতি অনুযায়ী বাঁধ বিভিন্ন প্রকার হতে পারে, যেমন ঃ

i) আয়তাকার বাঁধ

ii) ট্রাপিজিয়াম বাঁধ

a) এক পার্শ্ব খাড়া ও এক পার্শ্ব হেলানো ট্রাপিজয়ডাল বাঁধ

b) দুই পার্শ্বই হেলানো ট্রাপিজয়ডাল বাঁধ।

***** ৩। ড্যাম ব্যর্থ হওয়ার কারণগুলো উল্লেখ কর।**

বাকাশিবো- ২০১৬, ১৮'পরি, ১৯, ২৪, ২৪'পরি

উত্তরঃ নিম্নলিখিত কারণে ড্যাম ব্যর্থ হতে পারে ঃ

i) ড্যামের বেইজে টান পীড়ন সৃষ্টি হয়ে ব্যর্থ হতে পারে।

ii) ড্যাম উল্টিয়ে (সাধারণত টো এর সাপেক্ষে) পড়ে ব্যর্থ হতে পারে।

iii) ড্যাম পিছলিয়ে গিয়ে ব্যর্থ হতে পারে।

iv) ড্যামের ভিতর দিয়ে পানি প্রবাহিত হলে অর্থাৎ ড্যাম পানিরোধক না হলে ব্যর্থ হতে পারে।

v) ড্যামে ব্যবহৃত পদার্থ ভঙ্গুর হলে ড্যাম ব্যর্থ হতে পারে।

***** ৪। ড্যামের স্থায়িত্বের বা স্থিতিশীলতার শর্তগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০২৩, ১২'পরি, ১৯, ২০, ২০'পরি, ২১, ২৩'পরি, ২৪

উত্তরঃ ড্যামের স্থিতিশীলতার শর্তসমূহ নিম্নরূপ ঃ

i) ড্যামের বেইজে টান পীড়ন বিহীন হওয়ার শর্ত ঃ ড্যামের উপর পানির পার্শ্বচাপ (P) এবং নিজস্ব ওজনের (W) লব্ধি বল (R) বেইজের মধ্য তৃতীয়াংশ এর মধ্যে থাকতে হবে। অর্থাৎ $e \leq \frac{b}{6}$ হবে।

ii) ড্যাম উল্টিয়ে পড়ার প্রবণতা মুক্ত হওয়ার শর্ত ঃ ড্যামের নিজস্ব ওজনের জন্য (W) সৃষ্ট প্রতিরোধী মোমেন্ট ((M_R) এবং পানির পার্শ্বচাপের (P) ফলে সৃষ্ট উল্টানো মোমেন্ট (M_0) এর অনুপাত ≥ 2 হবে। অর্থাৎ,

নিরাপদ সহগ (উল্টানোর জন্য F.S) $= \frac{\text{প্রতিরোধী মোমেন্ট } (M_R)}{\text{উল্টানো মোমেন্ট } (M_0)} \geq 2.$

iii) ড্যাম পিছলিয়ে যাওয়ার প্রবণতামুক্ত হওয়ার শর্ত ঃ ভিত্তির মাটি ও বেইজের তলদেশের মধ্যে নিজস্ব ওজনের জন্য সৃষ্ট প্রতিরোধী ঘর্ষণ বল

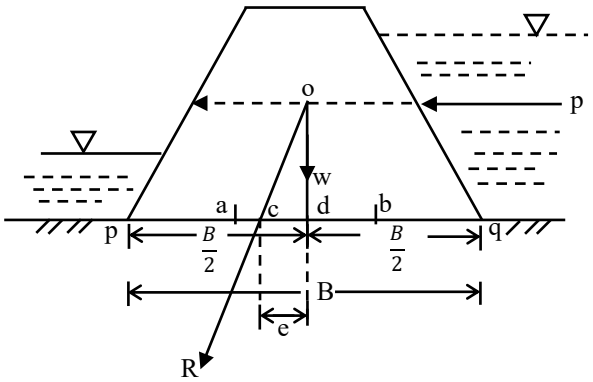
(μW) এবং পানির অনুভূমিক পার্শ্বচাপ বা পিছলানো বল (P) এর অনুপাত ≥ 1.5 হবে। অর্থাৎ, নিরাপদ সহগ $(F.S) = \frac{\text{প্রতিরোধী মোমেন্ট } (\mu W)}{\text{উল্টানো মোমেন্ট } (P)} \geq$ $1.5 \frac{\text{প্রতিরোধী মোমেন্ট } (\mu W)}{\text{উল্টানো মোমেন্ট } P} \geq 1.5$ হবে।

iv) ড্যামের গাঁথুনি অভঙ্গুর হওয়ার শর্ত ঃ ড্যামের অনুমোদনযোগ্য পীড়নের মান এবং ড্যামে উৎপন্ন সর্বোচ্চ পীড়নের চেয়ে বেশি হবে। অর্থাৎ, গাঁথুনি বা ড্যামের অনুমোনযোগ্য পীড়ন $> f_{max}$ হতে হবে।

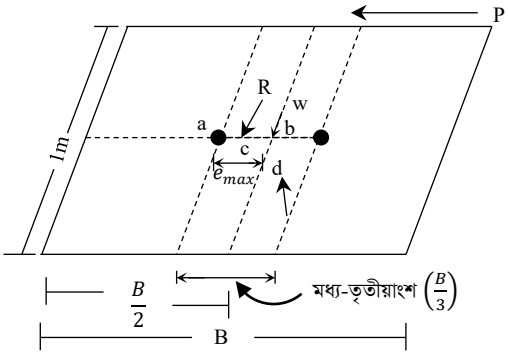
**** ৫। মধ্য তৃতীয়াংশ সূত্রটি চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর।**

বাকাশিবো- ২০১৭'পরি, ১৮

উত্তরঃ



চিত্র ঃ ড্যাম, ড্যামের লব্দি বলের ক্রিয়া বিন্দু ও বিকেন্দ্রিকতা

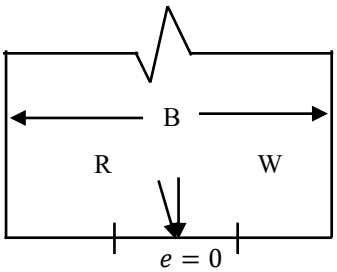


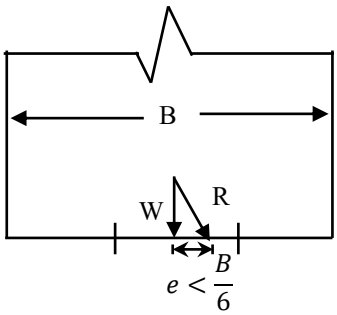
চিত্র হতে বুঝা যায়, লব্দি বল (R) বেইজের মধ্যবিন্দু (d) হতে সর্বোচ্চ $\left[\frac{\left(\frac{B}{3}\right)}{2}\right]$ দূরত্ব ডানে বা বামে থাকতে হবে। অর্থাৎ, $e \leq \frac{B}{6}$ হবে।

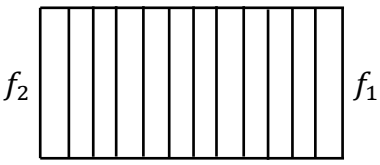
***** ৬। বিকেন্দ্রিকতার মান অনুসারে ম্যাসনরি ড্যামের তলদেশের ঊর্ধ্বচাপ বা চাপের তীব্রতার ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।**

বাকাশিবো- ২০০৩, ০৯,১০'পরি, ১৩

উত্তরঃ বিকেন্দ্রিকতার মান অনুসারে ড্যামের চাপের তীব্রতা হবে নিম্নরূপ ঃ

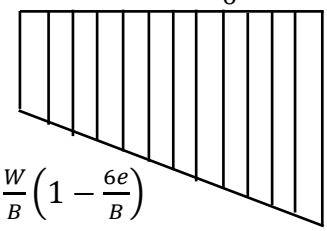






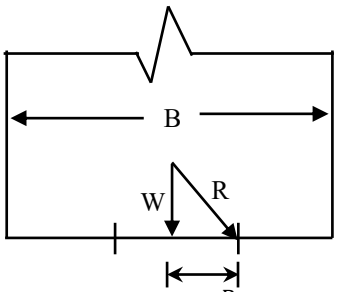
$f_1 = f_2 = \frac{W}{B}\left(1 + \frac{6e}{B}\right)$ $[\therefore e = 0]$

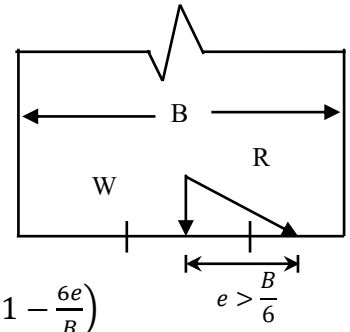
$\therefore f_1 = f_2 = \frac{W}{B}$



$f_2 = \frac{W}{B}\left(1 - \frac{6e}{B}\right)$

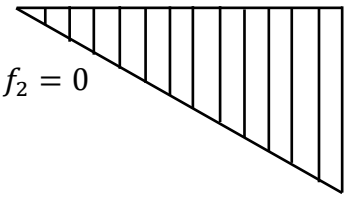
$f_1 = \frac{W}{B}\left(1 + \frac{6e}{B}\right)$



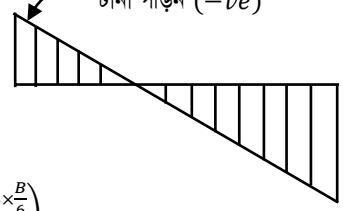


$f_2 = \frac{W}{B}\left(1 - \frac{6e}{B}\right)$

টানা পীড়ন $(-ve)$



$f_2 = 0$



$f_1 = f_{max} = \frac{W}{B}\left(1 + \frac{6 \times \frac{B}{6}}{B}\right)$

$= \frac{2W}{B}$

$f_1 = \frac{W}{B}\left(1 + \frac{6e}{B}\right)$

***** ৭। ড্যামের ক্ষেত্রে বিকেন্দ্রিক দূরত্ব (e) এর মান বেইজের প্রস্থের $\frac{1}{6}$ গুণের সমান হলে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন চাপ পীড়নের মান ও ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।** বাকাশিবো- ২০০৬, ০৮, ১৪'পরি, ২০'পরি

উত্তরঃ বিকেন্দ্রিকতার মান অনুসারে ড্যামের উপর চাপের তীব্রতা হবে নিম্নরূপ ঃ

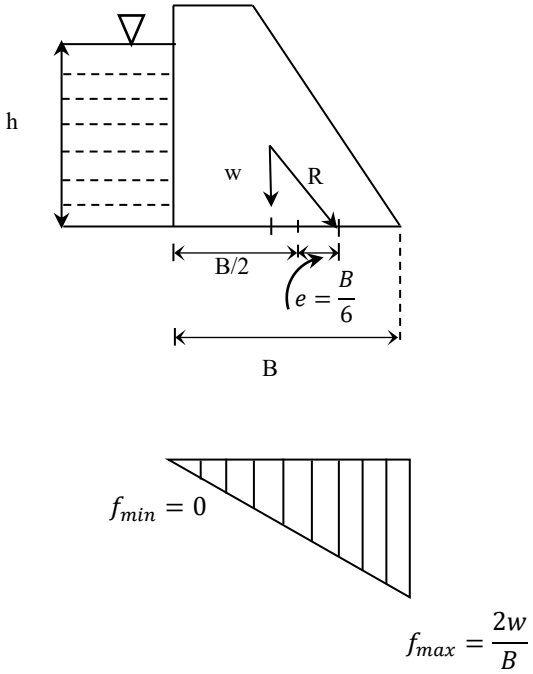
আমরা জানি, সর্বোচ্চ পীড়ন, $f_1 = f_{max} = \frac{W}{B}(1 + \frac{6e}{B})$

$$\Rightarrow f_{max} = \frac{W}{B}(1 + \frac{6\times\frac{B}{6}}{B})$$

$$= \frac{W}{B} \times (1 + \frac{6B}{B\times 6})$$

$$= \frac{W}{B}(1 + 1)$$

$$\therefore f_{max} = \frac{2W}{B}$$



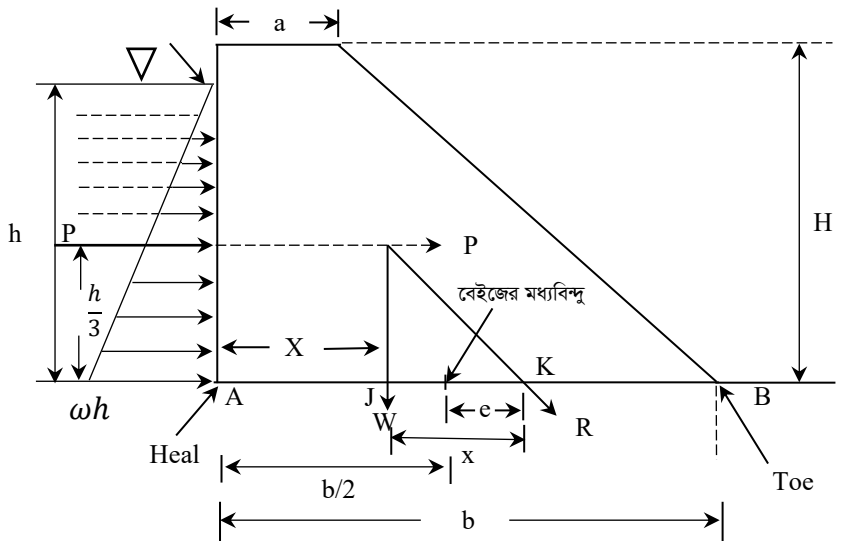
আমরা জানি, সর্বনিম্ন পীড়ন, $f_2 = f_{min} = \frac{W}{B}(1 - \frac{6e}{B})$

$$\Rightarrow \frac{W}{B}(1 - \frac{6\times\frac{B}{6}}{B})$$

$$\Rightarrow \frac{W}{B}(1 - 1)$$

$$\therefore f_{min} = 0$$

গাণিতিক সমস্যা সমাধানে কিছু তথ্য ও প্রয়োজনীয় সূত্র



a = উপরের প্রস্থ
b = নিচের বা তলার প্রস্থ
H = ড্যামের উচ্চতা
h = ড্যাম দ্বারা আবদ্ধ পানির উচ্চতা
ω_D = ড্যামের পদার্থের একক ওজন
ω = আবদ্ধ তরলের (পানির) একক ওজন
A ও B যথাক্রমে ড্যামের হিল (Heel) এবং টো (Toe) বিন্দু।

*** প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে পানির চাপ, $P = \frac{\omega h^2}{2}$**

*** প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে ড্যামের ওজন, $W = \left(\frac{a+b}{2}\right) \times H \times \omega_D$**

[আয়তাকার ড্যাম হলে $a = b$]

*** হিল (Heel) হতে লব্ধি বলের দূরত্ব, $d = X + x$**

এখানে, $X = \frac{a^2+ab+b^2}{3(a+b)}$ [x = হিল হতে ড্যামের C.G পর্যন্ত দূরত্ব]

$x = \frac{p}{w} \times \frac{h}{3}$ [x = ড্যামের C.G হতে লব্ধিবল (R) পর্যন্ত দূরত্ব]

পানির একক ওজন $\omega = 1000\ kg/m^3$
$= 9.81KN/m^3$
$= 9810N/m^3$
$= 1gm/cm^3$
$= 0.001kg/cm^3$
ড্যামের একক ওজন $= \omega_D$ (দেওয়া থাকবে বা $2400kg/m^3$
μ =বেইজের তলদেশ ও মাটির ঘর্ষণ সহগ

*** বিকেন্দ্রিক দূরত্ব,** $e = d - \frac{b}{2}\ or(X + x) - \frac{b}{2}$

*** তলদেশে সর্বোচ্চ পীড়ন,** $f_{max}\ (B) = \frac{W}{b}(1 + \frac{6e}{b})$

*** তলদেশের সর্বনিম্ন পীড়ন,** $f_{min}(A) = \frac{W}{b}(1 - \frac{6e}{b})$

স্থিতিশীলতার নিরীক্ষার ক্ষেত্রে-

i) টান পীড়ন ও অসম বসন পরীক্ষা ঃ মাটির ভারবহন ক্ষমতা > সর্বোচ্চ পীড়ন

i) উল্টানো পরীক্ষা ঃ নিরাপদ সহগ

$$(F.S) = \frac{\text{প্রতিরোধী মোমেন্ট } (M_R)}{\text{উল্টানো মোমেন্ট } (M_0)} = \frac{W(b-X)}{P \times \frac{h}{3}} \geq 2$$

[এখানে, $X = \frac{a^2+ab+b^2}{3(a+b)}$]

iii) পিছলানো পরীক্ষা ঃ নিরাপদ সহগ $(F.S) = \frac{\mu W}{P} \geq 1.5$

iv) ড্যামের বেইজের প্রস্থ নির্ণয়ে বা টানপীড়ন মুক্ত হওয়ার শর্ত, $b^2 + ab - a^2 = \frac{\omega h^3}{W_D \times H}$

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

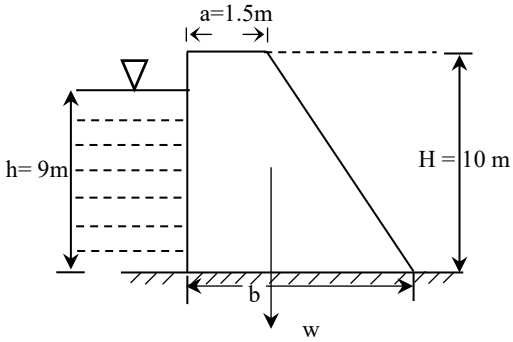
*** ১। $10m$ উঁচু একটি ট্রাপিজয়ডাল ড্যামের উপরের প্রস্থ $1.5m$ । একটি খাড়া পাশে পানির উচ্চতা $9m$ এবং অন্য পার্শ্ব পানিবিহীন। বেইজের প্রস্থ কত হলে ড্যামটি টানপীড়ন বিহীন হবে? কংক্রিটের আপেক্ষিক ওজন $2400kg/m^3$** বাকাশিবো- ২০১৭

সমাধানঃ দেওয়া আছে, $a = 1.5m$

$\omega = 1000\ kg/m^3$

$\omega_D = -2400\ kg/m^3$

$h = 9m$ এবং $H = 10m$



আমরা জানি,

ট্রাপিজিয়াম ড্যামের টানপীড়ন মুক্ত হওয়ার শর্ত,

$$b^2 + ab - a^2 = \frac{\omega h^3}{W_D \times H}$$

$$\Rightarrow b^2 + 1.5b - (1.5)^2 = \frac{1000 \times (9)^3}{2400 \times 10}$$

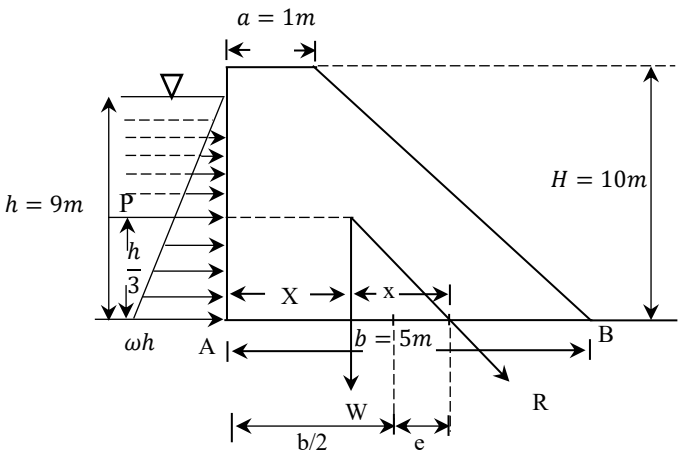
$\Rightarrow\ b^2 + 1.5b - 32.625 = 0$ (by using solve function)

$\therefore\ b = 5\ m$ **(Ans.)**

*** ২। $10m$ উঁচু একটি ট্রাপিজয়ডাল আকৃতির ড্যামের উপরের প্রস্থ $1m$ এবং তলার প্রস্থ $5m$। ড্যামটির খাড়া পাশে $9m$ গভীরতায় পানি আছে। কংক্রিটের ওজন $2000kg/m^3$ তবে নির্ণয় কর ঃ

বাকাশিবো- ২০০৮, ১৫'পরি

ক) ড্যামের প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে পানির পার্শ্বচাপের পরিমাণ,
খ) ড্যামের তলদেশে লব্ধিবলের ছেদবিন্দুর অবস্থান এবং বিকেন্দ্রিকতা,
গ) বেইজের সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন পীড়ন।



সমাধানঃ দেওয়া আছে, $H = 10m$

$h = 9m$

$a = 1m$

$b = 5m$

$\omega = 1000\ kg/m^3$

$\omega_D = 2000kg/m^3$

ক) প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে পানির চাপ,

$$P = \frac{\omega h^2}{2} = \frac{1000\times9^2}{2}$$

$$\therefore P = 40500\ kg\ \textbf{(Ans)}$$

খ) প্রতি মিটার ড্যামের ওজন,

$$W = \left(\frac{a+b}{2}\right) \times H \times \omega_D$$

$$= \left(\frac{1+5}{2}\right) \times 10 \times 2000$$

$$\therefore W = 60{,}000kg$$

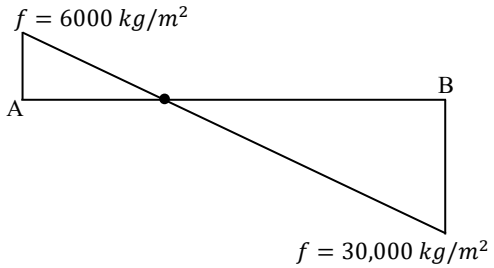
$$\therefore X = \frac{a^2+ab+b^2}{3(a+b)} = \frac{1^2+1\times5+5^2}{3(1+5)} = 1.722m$$

$$x = \frac{P}{W} \times \frac{h}{3} = \frac{40{,}500}{60{,}000} \times \frac{9}{3} = 2.025m$$

$\therefore$ লব্ধি বলের দূরত্ব (Heel হতে), $d = X + x$

$$= 1.722 + 2.025$$

$$= 3.75m\ \textbf{(Ans)}$$



চিত্র ঃ পীড়ন ডায়াগ্রাম

বিকেন্দ্রিকতা, $e = d - \frac{b}{2} = 3.75 - \frac{5}{2} = 1.25m$ **(Ans)**

গ) সর্বোচ্চ পীড়ন হবে B বিন্দুতে, $f_{max}(B) = \frac{W}{b}\left(1 + \frac{6e}{b}\right)$

$$= \frac{60,000}{5}\left(1 + \frac{6\times1.25}{5}\right)$$

$$\therefore f_{max}(B) = 30,000\frac{kg}{m^2} \ (Compression)$$

(Ans).

সর্বনিম্ন পীড়ন হবে A বিন্দুতে,

$$f_{min}\ (A) = \frac{W}{b}\left(1 - \frac{6e}{b}\right)$$

$$= \frac{60,000}{5}\left(1 - \frac{6\times1.25}{5}\right)$$

$$= -6000kg/m^2$$

$$\therefore f_{min} = 6000kg/m^2 \quad \text{(Tension) (Ans).}$$

***** ৩। একটি ট্রাপিজয়ডাল আকৃতির ড্যামের উপরের প্রস্থ $1m$ এবং তলার প্রস্থ $6m$। ড্যামের উচ্চতা $9m$ এবং খাড়া পার্শ্ব পানির দিকে দন্ডায়মান আছে। পানির উচ্চতা $8m$, ম্যাসনরির ওজন $2000kg/m^3$, মাটির ভারহীন ক্ষমতা $15,000\ kg/m^2$, মাটি ও ম্যাসনারির মধ্যাকার ঘর্ষণ সহগ $\mu = 0.5$ হলে ড্যামের স্থিতিশীলতা নিরীক্ষা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৭, ০৯, ১০, ১২, ২৪'পরি

সমাধানঃ দেওয়া আছে,

$a = 1m$

$b = 6\ m$

$H = 9\ m$

$h = 8\ m$

$\omega = 1000\ kg/m^3$

$\omega_D = 2000\ kg/m^3$

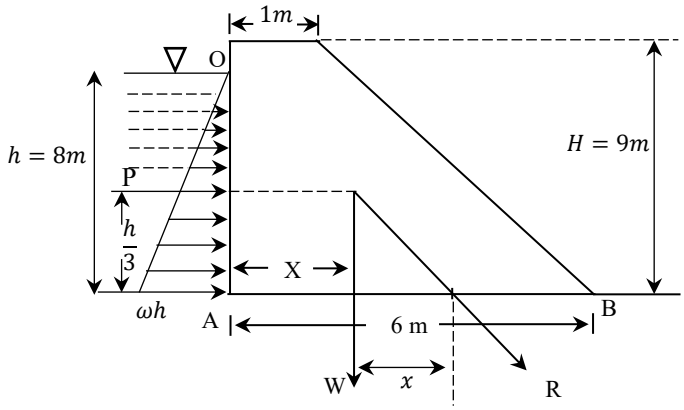
$\mu = 0.5$

মাটির ভারবহন ক্ষমতা, $q = 15000 kg/m^2$

আমরা জানি,

প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে পানির পার্শ্বচাপ, $P = \frac{\omega h^2}{2} = \frac{1000\times8^2}{2}$

$$\therefore P = 32{,}000 kg$$



প্রতি মিটার ড্যামের ওজন, $W = \left(\frac{a+b}{2}\right) \times H \times \omega_D$

$$\therefore W = 63{,}000\ kg$$

হিল (A) হতে ড্যামের ভরকেন্দ্রের দূরত্ব,

$$X = \frac{a^2+ab+b^2}{3(a+b)}$$

$$\Rightarrow X = \frac{1^2+1\times6+6^2}{3(1+6)}$$

$$\therefore X = 2.05m$$

ড্যামের ভরকেন্দ্র হতে লব্ধি বলের ছেদ বিন্দুর দূরত্ব, $x = \frac{P}{W} \times \frac{h}{3}$

$$= \frac{32000}{63000} \times \frac{8}{3}$$

$$\therefore x = 1.35\ m$$

হিল (A) হতে লব্ধি বলের ছেদ বিন্দুর দূরত্ব, $d = X + x$

$$= 2.05 + 1.35$$

$$\therefore d = 3.40\ m$$

B বিন্দুতে (সর্বোচ্চ) চাপের তীব্রতা বা পীড়ন হবে,

$$f_{max}(B) = \frac{W}{b}\left(1 + \frac{6e}{b}\right)$$

$$= \frac{63000}{6} \times \left(1 + \frac{6 \times 0.4}{6}\right)$$

$$\therefore f_{max} = 14700\ kg/m^2 (C)$$

A বিন্দুতে (সর্বনিম্ন) চাপের তীব্রতা বা পীড়ন হবে,

$$f_{min}(A) = \frac{W}{b}\left(1 - \frac{6e}{b}\right)$$

$$= \frac{63000}{6} \times \left(1 - \frac{6 \times 0.4}{6}\right)$$

$$\therefore f_{min} = 6300\ kg/m^2 (C)$$

ক) টানপীড়ন ও অসম বসন পরীক্ষা ঃ বেইজে কোথাও ঋণাত্মক চাপ বা Tension আসে নি, তাই ড্যাম টানপীড়ন মুক্ত।

বেইজে সর্বোচ্চ পীড়ন, $f_{max}(B) = 14{,}700\ kg/m^2 < 15{,}000\ kg$ (মাটির ভারবহন ক্ষমতা)

$\therefore$ অসম বসন হতে নিরাপদ।

খ) উল্টানোর ক্ষেত্রে ঃ

নিরাপদ সহগ $(F.S) = \frac{\text{প্রতিরোধী মোমেন্ট } (M_R)}{\text{উল্টানো মোমেন্ট } (M_0)}$ [টো (Toe) কে কেন্দ্র করে উল্টাবে। চিত্রে টো হচ্ছে B বিন্দু। F.S= Factor of Safety]

$$\Rightarrow F.S = \frac{W\times(b-X)}{P\times\frac{h}{3}}$$

$$= \frac{63000\times(6-2.05)}{32000\times\frac{8}{3}}$$

[টো (Toe) কে কেন্দ্র করে উল্টাবে। চিত্রে টো হচ্ছে B বিন্দু। F.S= Factor of Safety]

$$\therefore F.S = 2.92 > 2 \text{ (নিরাপদ)}$$

গ) পিছলানোর ক্ষেত্রে ঃ

$$\text{নিরাপদ সহগ (F.S)} = \frac{\text{প্রতিরোধী বল}}{\text{পিছলানো বল}} \times \frac{\mu W}{P}$$

$$= \frac{0.5\times63000}{32000}$$

$$F.S = 0.98 < 1.5 \text{ (নিরাপদ নয়)}$$

যেহেতু ড্যাম পিছলানোর ক্ষেত্রে নিরাপদ নয়, তাই ড্যামকে স্থিতিশীল রাখতে ড্যামের তলায় কী (key) স্থাপন করতে হবে।

***** ৪। একটি ট্রাপিজয়ডাল ম্যাসনরি ড্যামের উপরের প্রস্থ 0.8 m এবং তলার প্রস্থ 6m. ড্যামের উচ্চতা 10m এবং খাড়া পার্শ্বে পানির উচ্চতা 9m. ম্যাসনরি ওজন 1950 kg/m^3,মাটির ভারবহন ক্ষমতা 1400 kg/m^2 এবং ঘর্ষণ সহগ, μ=0.5 হলে ড্যামের স্থিতিশীলতা নিরীক্ষা কর।** বাকাশিবো- ২০১৭'পরি, ২৩

সমাধানঃ গাণিতিক সমস্যাবলি ৬নং এর সমাধানের অনুরূপ।

Ans. ক) টানপীড়ন মুক্ত কিন্তু $f_{max}(20553\ kg/m^2) > 1400\ kg/m^2$ হওয়ায় অসম বসনে নিরাপদ নয়।

খ) উল্টানোর ক্ষেত্রে, $F.S(2.17) > 2$, তাই নিরাপদ। গ) পিছলানোর ক্ষেত্রে, $F.S(0.818) < 1.5$, তাই নিরাপদ নয়।

***** ৫। পানির পার্শ্ব খাড়া একটি ট্রাপিজয়ডাল আকৃতির ড্যামের উপরের চওড়া 1.5 এবং তলার প্রস্থ 5 m। ড্যামটির উচ্চতা 7 m এবং উজান পার্শ্বে পানির গভীরতা 6 m। ম্যাসনরি ওজন 2050 kg/m^3 এবং মাটির ভারবহন ক্ষমতা 15,000 kg/m^2 হলে ড্যামটির স্থিতিশীলতা নিরীক্ষা কর। [$\mu = 0.61$]** বাকাশিবো- ২০১৪'পরি

সমাধানঃ গাণিতিক সমস্যাবলি ৬ নং এর সমাধানের অনুরূপ।

Ans. ক) ড্যামটি টান পীড়ন মুক্ত এবং যেহেতু $f_{max}(9887.15\ kg/m^2) < 15{,}000\ kg/m^2$, তাই অসম বসন হতেও নিরাপদ।

খ) উল্টানোর ক্ষেত্রে- $F.S(4.17) > 2$, তাই নিরাপদ।

গ) পিছলানোর ক্ষেত্রে- $F.S(1.58) > 1.5$, তাই নিরাপদ।

***** ৬। পানি পার্শ্ব খাড়া একটি ট্রাপিজয়ডাল আকৃতির ড্যামের উপরের চওড়া 1.5 এবং তলার প্রস্থ $7\ m$। ড্যামটির উচ্চতা $10m$ এবং উজান পার্শ্বের পানির গভীরতা $9\ m$। ম্যাসনরির ওজন $2050\ kg/m^3$,মাটির ভারবহন ক্ষমতা $1600\ kg/m^2$, মাটি ও ড্যামের তলদেশের মধ্যে ঘর্ষণ সহগ 0.55 হলে ড্যামটির স্থিতিশীল কি না নিরীক্ষা করে দেখাও।** বাকাশিবো- ২০১২'পরি, ২১

সমাধানঃ গাণিতিক সমস্যাবলি ৬ নং এর সমাধানের অনুরূপ।

Ans. ক) ড্যামটি টান পীড়ন মুক্ত এবং যেহেতু $f_{max}(15754\ kg/m^2) < 16{,}000\ kg/m^2$, তাই অসম বসন হতেও নিরাপদ।

খ) উল্টানোর ক্ষেত্রে- $F.S(3.28) > 2$, তাই নিরাপদ।

গ) পিছলানোর ক্ষেত্রে- $F.S(1.18) < 1.5$, তাই নিরাপদ নয়।

স্থিতিশীল রাখতে বেইজে কী (Key) ব্যবহার করতে হবে।

***** ৭। $13\ m$ উচ্চতা বিশিষ্ট একটি কংক্রিট ড্যামের পানি পার্শ্বের উচ্চতা $12m$। ড্যামটির উপরের প্রস্থ $1.5\ m$ এবং নিচের প্রস্থ $4.5\ m$। মাটির ভারবহন ক্ষমতা $15,500\ kg/m^2$এবং ঘর্ষণ সহগ 0.6 হলে ড্যামটির স্থিতিশীলতা নিরীক্ষা কর।** বাকাশিবো- ২০১৬'পরি

সমাধানঃ গাণিতিক সমস্যাবলি ৬ নং এর সমাধানের অনুরূপ।কংক্রিটের ওজন দেওয়া নাই। তাই $\omega_D = 2400$ ধরে সমাধান করতে হবে।

Ans. ক) ড্যামটি টান পীড়ন মুক্ত এবং যেহেতু $f_{min} = (-47200\ kg/m^2)$ অর্থাৎ, ঋণাত্মক, তাই টান পীড়নে নিরাপদ নয়।

এবং $f_{max}(88133.33\ kg/m^2) > 15{,}500 kg/m^2$, তাই অসম বসনেও নিরাপদ নয়।

খ) উল্টানোর ক্ষেত্রে- $F.S(0.934) < 2$, তাই নিরাপদ নয়।

গ) পিছলানোর ক্ষেত্রে- $F.S(0.78) < 1.5$, তাই নিরাপদ নয়।