

物流倉庫への適用を想定した等厚合成スラブの輪荷重試験 (その 2 試験結果)

正会員 ○竹田 達* 同 中野 英行* 同 中川 治彦* 同 向出 静司**
会員外 古市 亨***

デッキ合成スラブ 輪荷重走行試験 繰り返し荷重
等厚合成スラブ 疲労強度 ひび割れ抑制

1. 序

本研究では、輪荷重が床スラブに及ぼす影響を把握するために輪荷重走行実験を行った。前報(その 1)に引き続き、本報(その 2)では、実験結果及び考察について述べる。

2. 静的載荷試験

2-1. ひび割れ幅

スラブ上面においては、等厚合成スラブと在来スラブはともに、以下に示すような大略同様のひび割れが進展した。中央の梁に沿ったひび割れは 1 万回走行(換算 34 万回)から 2 万回走行(換算 68 万回)の間に短辺方向の全幅にまで伸び、それに隣接する 2 本目のひび割れや端部の梁にも短辺方向のひび割れが一部に発生した。その後、ひび割れはほぼ増えず、相違点としては、等厚合成スラブにおいて中央に沿ったひび割れが在来スラブよりも早期に発生していること、ひび割れが伸びる方向が等厚合成スラブでは短辺方向にほぼ真直ぐなのに対し在来スラブではスラブ隅角部において湾曲していること、中央の梁に沿ったひび割れの 2 本目が等厚合成スラブの方が在来スラブよりも梁に近いことが挙げられる。なお、在来スラブの下面においては、2 万回走行(換算 68 万回)まではスラブ中央から放射状にひび割れが発生しているのに対し、それ以降は亀甲状のひび割れが発生しており、典型的な輪荷重下のひび割れ発生状況を示している。

図 1 に残留ひび割れ幅の分布図、図 2 に残留ひび割れ幅最大値の経時変化を、図 3 に 2 万回走行(換算 68 万回)及び 6 万回走行(換算 205 万回)時点のひび割れ状況のスケッチを示す。

中央の梁に沿ったひび割れは、7 万回(換算 240 万回)走行時点において等厚合成スラブ、在来スラブとも 0.2mm 程度で収束しており、同等レベルであることを確認した。

なお、ひび割れ幅が増加する過程については、等厚合成スラブが 4 万回(換算 137 万回)まで徐々にひび割れ幅が増加するのに対して、在来スラブでは 5000 回(換算 17 万回)でひび割れ幅が急増した後に、緩やかに増加しているという傾向の違いが確認できた。これは竣工初期は等厚合成スラブの方が多くひび割れが発生するように見えるが、フォークリフトが換算 17 万回以上走行した段階においては在来スラブと同程度と評価することができる。

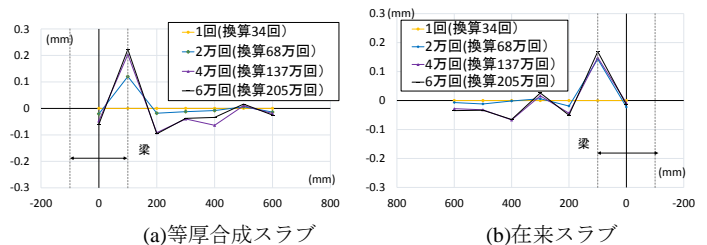


図 1 残留ひび割れ幅の分布図

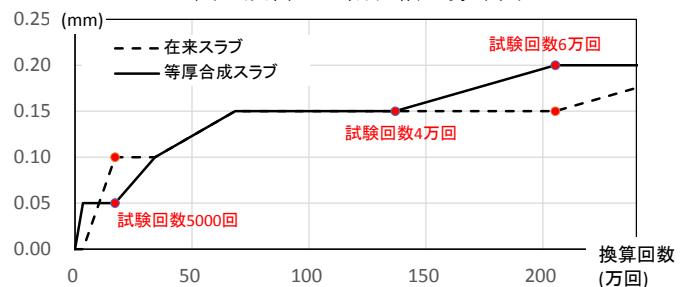


図 2 残留ひび割れ幅最大値の経時変化

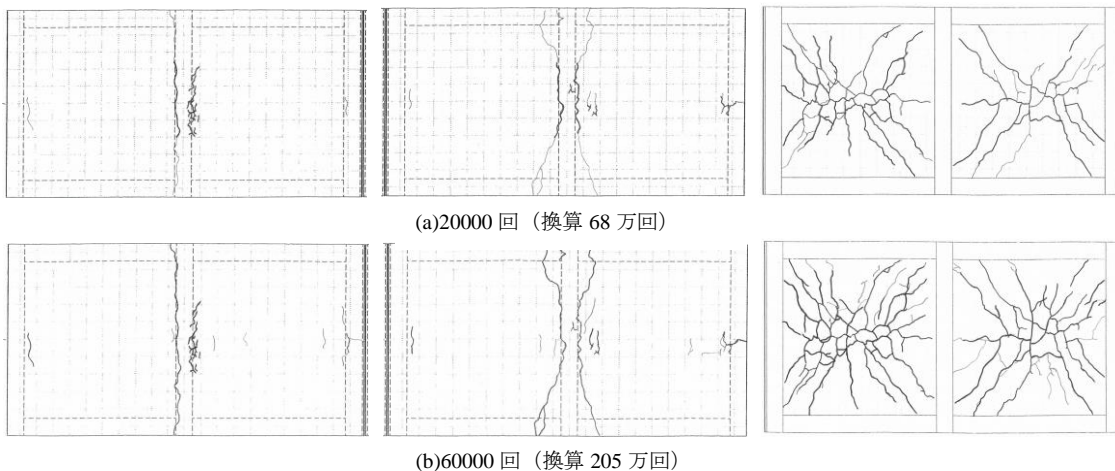


図 3 ひび割れ図スケッチ (左: 等厚合成スラブ上面, 中: 在来スラブ上面, 右: 在来スラブ下面)

2-2 スラブたわみと経時変化と影響線

床スラブ中央に静的載荷した際の弾性たわみの経時変化(実測における最大値)を図4に、弾性たわみの影響線(移動荷重に対する定点計測値)を図5に示す。弾性たわみは、総たわみと残留たわみの差とする。この弾性たわみにより、床スラブの剛性の劣化度を相対的に比較する。

等厚合成スラブで1000回の時点で大きく増加し、1.0mm弱に達した後、緩やかに拡大、6万回(換算205万回)では1.5mm程度となった。

在来スラブで1回目の0.5mm弱からは5000回(17万回相当)までは大きな増加は見られなかったが、ここで1.2mm程度まで急増し、その後一定値を保持した。

以上より1000回(換算3.4万回)までの初期弾性剛性は等厚合成スラブ、在来スラブとも同程度だが、中央の梁に沿って生じるひび割れの発生と共に弾性剛性が低下した。また両者ひび割れが発生した5000回(換算17万回)以降は概ね弾性剛性が一定のままで推移し、6万回(換算205万回)以降においては両者の明確な差異は認められなかった。

等厚合成スラブでは荷重をかけていない側の区画では変化が起きていないのに対し、在来スラブでは荷重をかけていない区画で跳ね上がりが起きている。これは、在来スラブが中央の梁を跨いでも幅方向に連続性を保持しているのに対して、合成スラブが長手方向の一方スラブとして挙動して幅方向の連続性を有していないためと考えられる。

2-3 ひずみ性状

鉄筋及びデッキプレートで計測されたひずみから弾性ひずみを算出し、経時変化を確認する。弾性ひずみは総ひずみと残留ひずみの差とする。

図6にスラブ中央のひずみ分布を示す。等厚合成スラブの長手方向を(a)に、幅方向を(c)に、在来スラブの長手方向を(b)に、幅方向を(d)に示す。

在来スラブ(b)(d)に関して、当初の中立軸が断面中央付近にある状態からx軸・y軸まわりともに正曲げを受けることで、長手方向・幅方向とも下端筋の引張ひずみが増加している。

等厚合成スラブ(a)の長手方向でも、在来スラブと同様y軸まわりに正曲げを受けて、デッキプレートのひずみが増加している。一方(c)の幅方向では、デッキプレートのひずみが減少している。これは、等厚合成スラブが長手方向への1方向スラブとして挙動しており、それによる長手方向の引張ひずみが生じた分に相当する横ひずみにより、幅方向の圧縮ひずみが生じたと考えられる。

以上より、等厚合成スラブが1方向スラブとして、在来スラブが2方向スラブとして挙動していることがわかる。

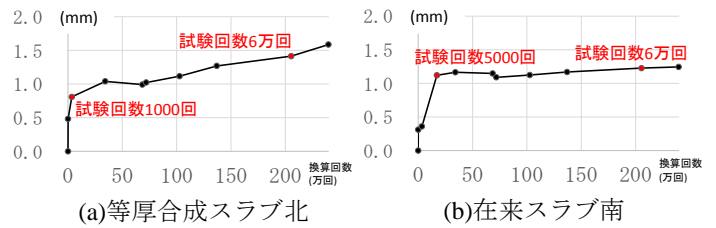


図4 弾性たわみの経時変化

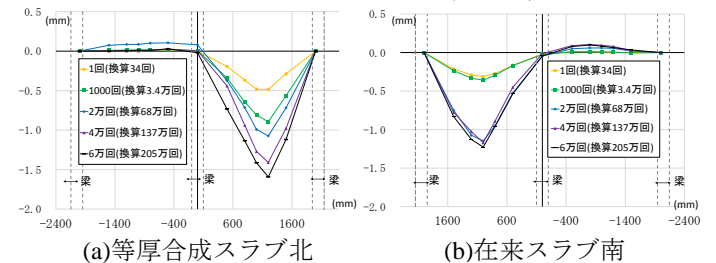


図5 弾性たわみの影響線

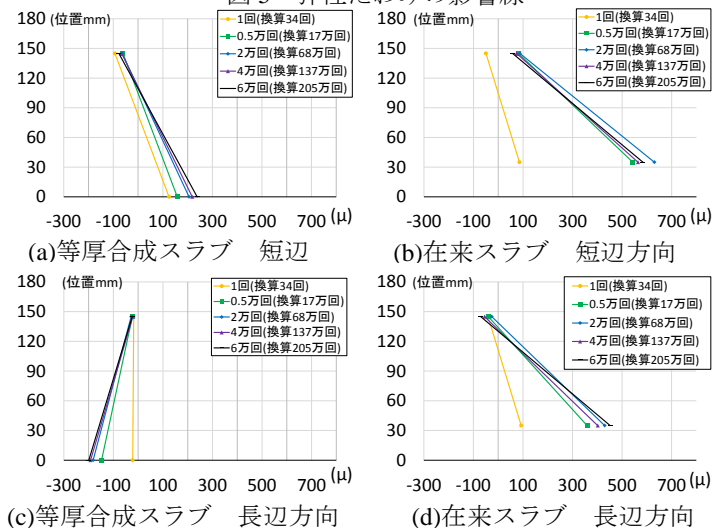


図6 スラブ中央のひずみ分布

3. 結論

(1)2.0t フォークリフト200万回走行に相当する輪荷重走行試験において、等厚合成スラブと在来スラブのひび割れ性能に大きな差はなく、各々下記の特徴を有する。

- ・等厚合成スラブ：ひび割れ発生は早い、繰り返し荷重によるひび割れの拡大は緩やかである。
- ・在来スラブ：ひび割れ発生はやや遅く初期剛性ともに多少良好だが、間もなくひび割れが急拡大し、その後は一定の状態を保持する。

(2)応力伝達状況を考察したところ、在来スラブでは2方向スラブとして挙動したのに対し、等厚合成スラブでは、デッキ方向への1方向スラブとして挙動した。

参考文献

1)松井繁之：道路橋床版 設計・施工と維持管理，森北出版，2019.8

謝辞

大阪工業大学八幡工学実験場 松井繁之客員教授には、研究全体へ貴重なご助言を賜り、ここに記して謝意を表する。

*日鉄建材
**大阪工業大学
***古市

*Nippon Steel Metal Products Co., Ltd.
**Osaka Institute of Technology
***Furuichi Co., Ltd.