

縦目地構造を有したPC床版の輪荷重疲労載荷試験

(株)ピーエス三菱	正会員	○大柳 修一
(株)高速道路総合技術研究所	正会員 工博	青木 圭一
(株)高速道路総合技術研究所		和田 吉憲
(株)ピーエス三菱	正会員	河村 直彦

1. はじめに

従来の高速道路における床版取替工事では、上下線が平行している場合、床版を取り替える側を全面通行止めとし、もう一方を対面通行とすることで工事を行ってきた。このため、大規模な規制対策を行わなければならない、工事渋滞の発生が懸念されていた。そこで、一車線のみでの規制で施工可能、かつ接合部直下の補助縦桁が不要なPC床版取替工法を開発した。この構造の疲労耐久性を確認するため、縦目地部における輪荷重疲労載荷試験を実施し、この安全性を確認した。本稿は縦目地構造を有したPC床版の輪荷重疲労載荷試験報告である。図-1, 2に床版取替え例を示す。



図-1 全断面の取替え例

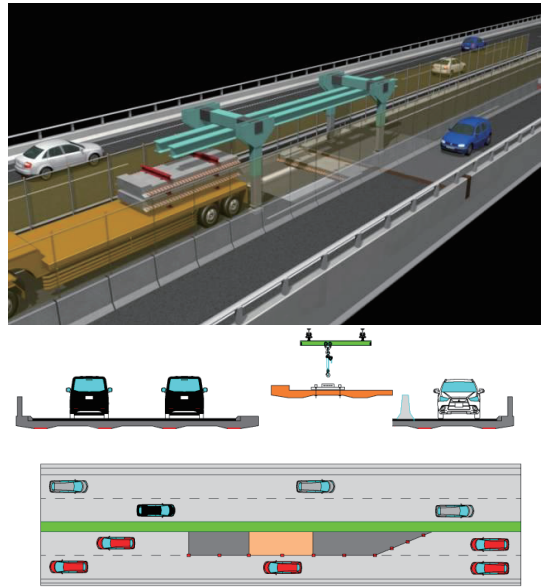


図-2 半断面毎の取替え例

2. 縦目地構造を有したPC床版の概要

縦目地構造を有したPC床版とは、床版支間方向に分割されたプレキャストPC床版をPC専用工場で作製、現地運搬架設し、コンクリート接合キーを有した縦目地部を接着剤で接合し、プレストレス力により一体化したものである。図-3に縦目地構造図を示す。床版一体化後は補助縦桁なしで荷重に抵抗する構造とした。また、縦目地部は「錆びない材料」を使用することで、凍結防止剤散布による塩化物イオンが多量に含まれた水が万一縦目地部に浸透しても床版劣化につながらないものとした。

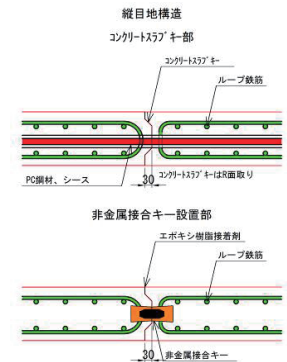


図-3 縦目地構造図

3. 輪荷重疲労載荷試験

縦目地構造を有したPC床版の耐久性を確認するため、輪荷重疲労載荷試験を実施した。

3.1 試験支間および床版厚

高速道路の床版取替工事を対象とすることから、過去の道路橋示方書における最大支間および最小床版厚を基に、試験版の支間および床版厚を決定した。なお、試験の都合上、単純版として載荷試験を行うため、支間中央の曲げモーメントが連続版と等価となる支間(=3.3m)とした。

3.2 模擬試験版

図-4のような縦目地構造を有する模擬試験版をPC専用工場で作成した。コンクリート強度は50N/mm²とし、マッチキャスト部材として製作した。養生は蒸気養生後に3日間の水中養生を施した。模擬試験版はポストテンション構造とし、載荷試験場で接合・一体化した。PC鋼材は1S21.8を用いた。接合キーは架設時のガイドキーに用いるものとし、非金属性のものを使用した。接合直前の床版縦目地部形状を写真-1に示す。

模擬試験版は基本輪荷重(100kN)で縦目地部がフルプレストレスとなるように設計した。応力状態を表-1に示す。



写真-1 床版縦目地構造(接合直前)

表-1 模擬試験版の合成応力度

合成応力度	N/mm ²		
輪荷重	100kN	160kN	200kN
上縁	10.5	13.8	16.1
下縁	1.0	-2.4	-4.6

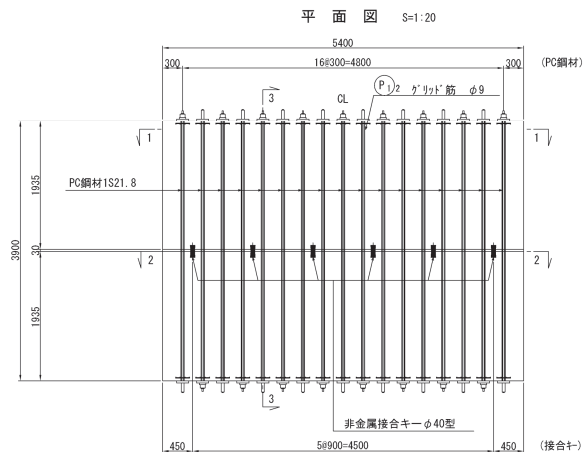


図-4 模擬試験版平面図

3.3 輪荷重疲労載荷試験

NEXCO 総研所有の移動載荷疲労試験機を用いて、疲労耐久性の検証を行った。載荷ステップおよび輪荷重載荷試験機の制御方法は、文献1)で実施した方法を踏襲し、160kNを62万回、200kNを20万回、合計82万回の一輪載荷とした。その後、床版表面上に水張りし200kNで8万回載荷、その後破壊形態を確認するため40kNで4万回ずつ増加させる階段載荷を実施した。輪荷重疲労載荷試験状況を写真-2、載荷ステップを図-5に示す。



写真-2 輪荷重疲労載荷試験状況

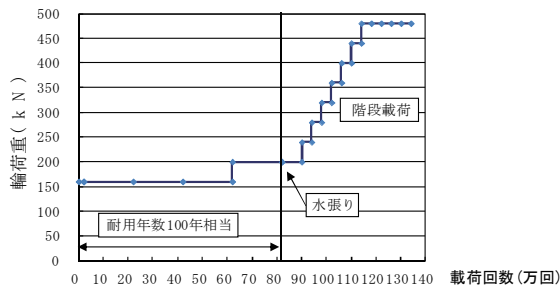


図-5 載荷ステップ図

輪荷重載荷位置は縦目地形状および接合キーをモデル化した FEM 解析を行い、載荷位置を図-6 のように変えて縦目地接合部付近の最大主応力を比較した。荷重は 200kN とした。検討の結果、床版支間中央部に載荷した場合が最も大きな値となったため、輪荷重載荷位置は床版支間中央部とした。輪荷重載荷位置ごとの最大主応力を表-2 に示す。

表-2 輪荷重載荷位置毎の最大主応力

	N/mm ²		
目地部最大応力	床版支間中央	オスキー側	メスキー側
輪荷重 (200kN)	-4.9	-4.7	-3.6

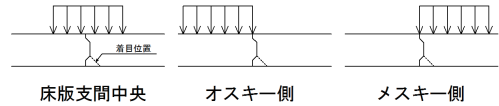


図-6 輪荷重載荷位置

4. 試験結果

4.1 載荷ステップごとの試験結果

載荷ステップごとの床版支間方向のたわみを図-7 に、試験後の切断確認状況を写真-3 に示す。

- ・ 200kN (62 万回) 時に床版下面支間方向 (RC 部材方向) にひび割れが発生し、その後輪荷重走行試験回数が増えるごとに床版支間方向のひび割れ本数が増加していった。
- ・ 耐用年数 100 年相当 (82 万回) 時、床版下面支間方向のひび割れ本数が増加していったものの、床版下面橋軸方向 (P C 方向) および、床版上面にひび割れは発生しなかった。その後、同荷重において水張載荷試験を行ったが、水漏れは発生しなかった。
- ・ 240kN (90 万回) 時から床版下面橋軸方向 (P C 方向) のひび割れが発生した。ひび割れ幅は 0.05mm であり、除荷されると閉じる程度であった。
- ・ 載荷試験機最大荷重 480kN まで載荷したが試験版は破壊せず、その後 20 万回載荷試験を行った。ひび割れは増加したが、床版下面に水漏れすることはなかった。また、縦目地部付近にひび割れが集中することはなかった。
- ・ 載荷試験終了後に版を切断し、ひび割れ深さを観測した。切断位置は接合キー直上および接合キー間とした。接合キー間において縦目地部付近および橋軸方向上側鉄筋付近にひび割れが生じていた。

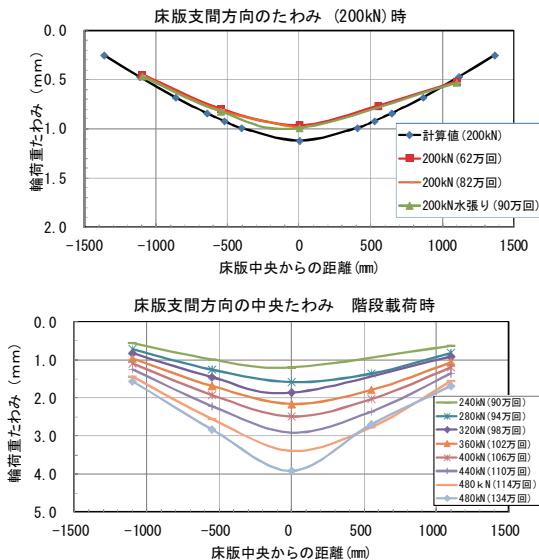


図-7 載荷ステップ毎の床版支間方向のたわみ

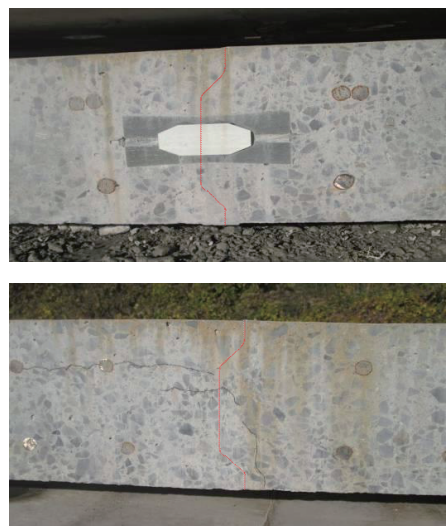


写真-3 試験版切断確認

4.2 平成9年「長支間床版に関する疲労試験結果」との比較

平成9年に実施された「長支間床版に関する疲労試験」(文献1))における、PC-1 試験体(縦目地のない1枚版の試験体)の試験結果と比較した。表-3にPC-1 試験体と今回試験体の諸元を示す。

たわみについては、試験体の形状および支間が異なるため、当時の試験結果から断面剛性および支間による影響を修正して比較した(図-8)。また、床版下面ひび割れ発生状況を比較した(図-9)。試験体の変形および床版下面ひび割れ発生状況は同程度であり、縦目地の有無における明確な違いは認められなかった。

表-3 PC-1 試験体と今回試験体の諸元

供試体名	接合キー	支間	床版厚	フレストレス方向	PC	鉄筋径・ピッチ	PC鋼材・ピッチ・導入力	応力レベル
PC-1	—	4.0m	250mm	橋軸	×	D19ctc125	1S21.8 ctc 500	許容引張 応力以内
H26 (今回)	非金属製 (GFRP)	3.3m	230mm	橋軸	×	D19ctc125	1S21.8 ctc 300	フルプレスト
				直角	○	D13ctc100	3.4N/mm ²	
				直角	○	D13ctc150	5.8N/mm ²	

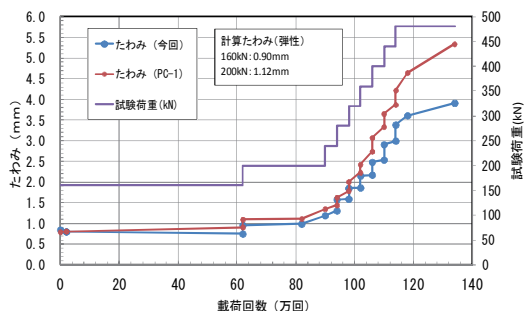


図-8 床版支間中央部たわみ比較(修正後)

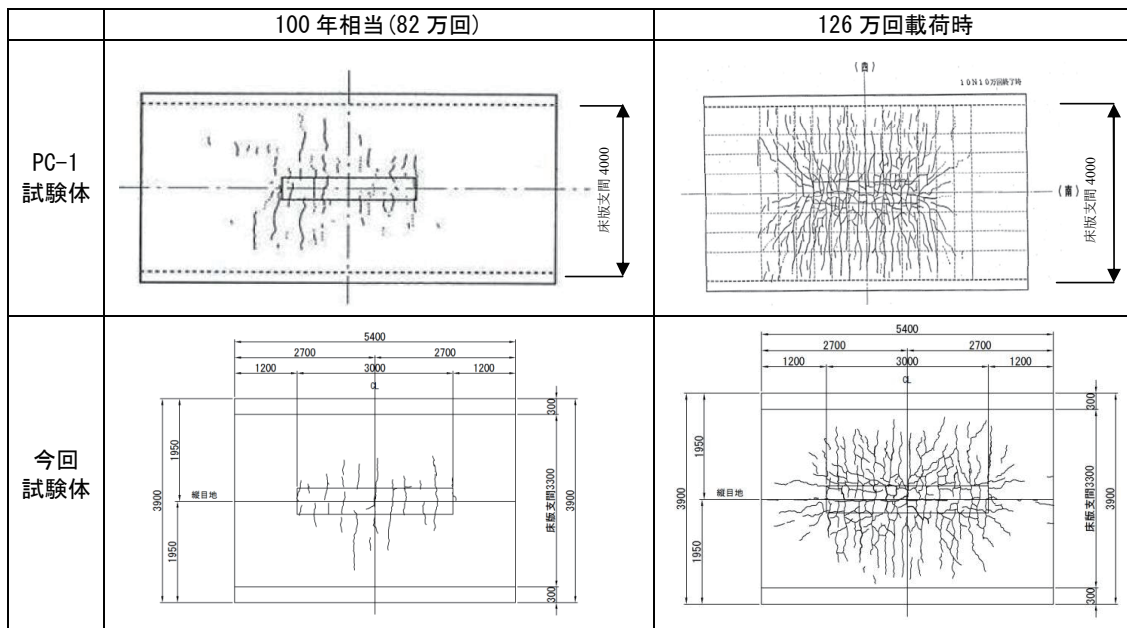


図-9 床版下面ひび割れ発生状況比較

4.3 まとめ

上記の試験結果より、床版支間中央部に縦目地を有する半断面構造床版は、耐用年数100年相当の輪荷重に対する疲労耐久性能は十分に有していることが確認できた。また、PC-1(1枚版)試験結果と比較してひび割れ発生状況、試験版の変形は同程度であり、縦目地の有無における明確な違いは認められなかったことから、一枚版と同等の疲労耐久性能を有していることが確認できた。

[参考文献]

- 1) 長谷俊彦, 上東泰, 安松敏雄: 長支間PC床版の移動輪荷重走行疲労試験による耐久性評価, コンクリート工学論文集, Vol. 21, No. 3, 1999
- 2) 安松敏雄, 長谷俊彦, 篠原修二, 長瀬嘉理: 交通荷重実態を考慮した鋼橋床版の疲労設計に関する検討, 第一回鋼橋床版シンポジウム講演論文集