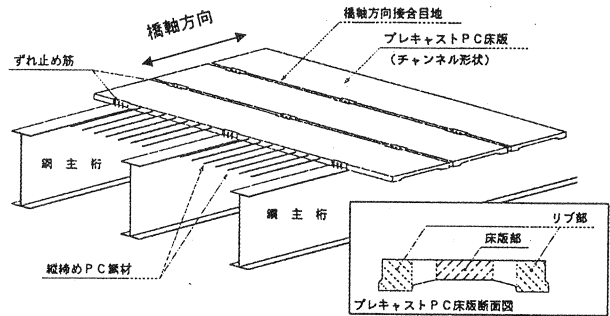


(74) チャンネル型プレキャストPC床版の輪荷重走行試験による疲労実験

㈱富士ピー・エス 本店技術部 正会員○篠原 貴
 同 上 正会員 岩本 久信
 ㈱富士ピー・エス 大阪支店技術部 正会員 真鍋 英規
 ㈱富士ピー・エス 福岡支店技術部 正会員 堤 忠彦

1. はじめに

近年、交通量の増加と車輛の大型化に伴い既設道路橋 RC 床版の損傷が多く見られ、補修・補強・床版打ち替え等の工事が増加している。また建設工事においては、コスト縮減・省力化が要求されており、筆者らは、この要求に対応すべく、品質確保・工期短縮・施工の省力化が可能なプレキャスト PC 床版に着目した。



図—1 チャンネル型プレキャストPC床版概念図

本実験に用いたプレキャスト PC 床版は、

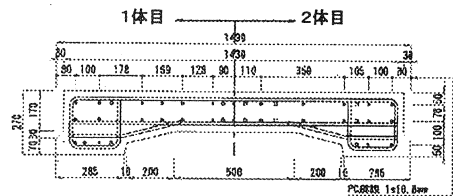
鋼橋における新設床版施工や既設床版の床版打ち替え工事等に、現在、実際に使用しているもので、断面形状がチャンネル型をしており、抵抗断面が合理的で軽量化を可能とした床版である。(図—1 参照)

本文は輪荷重走行試験機における疲労実験により得られた、供試体各部位の計測結果により疲労に対する耐久性について報告するものである。尚、本実験は建設省土木研究所橋梁研究室、(財)土木研究センターおよび民間企業 15 社による共同研究「道路橋床版の輪荷重走行試験機における疲労耐久性評価手法の開発」の一環として実施したものである。

2. 実験概要

2.1 供試体

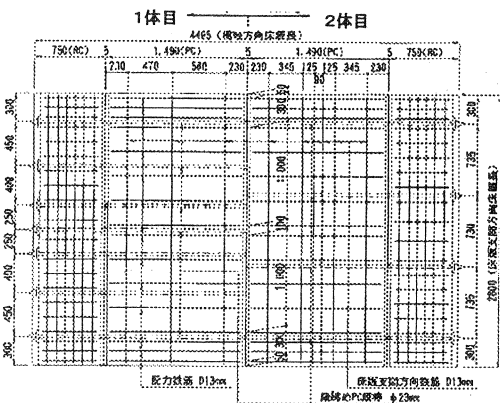
実験に用いた供試体は、2枚のチャンネル型プレキャスト PC 床版 (以後 CPPC 床版と称す) の両側を RC 床版で挟み、ポストテンション方式により一体化させたものである。床版相互の目地部には無収縮モルタルを充填しており、橋軸方向長さは 4.495m、床版支間方向長さが 2.8m である。図—2、図—3 に CPPC 床版断面図と供試体平面図を示す。



図—2 CPPC 床版断面図

実験は、供試体の床版支間方向および橋軸方向のプレストレス量を変えた 2 種類の供試体を用いて実施した。プレストレスは床版支間方向がプレテンション方式 (PC 鋼材 1S10.8mm 使用)、橋軸方向がポストテンション方式 (PC 鋼棒 φ 23mm 使用) により導入した。

設計条件としては、支間長 3m の連続版で 1 方向当たり大型車の計画交通量が 2000 台以上の B 活荷重、舗装厚が 10cm として設計を行った。1 体目供試体 (以後 CPPC100 と称す) は設計荷重時において床版支間方向を引張応力度発生限界状態で、橋軸方向をひび割れ発生限界

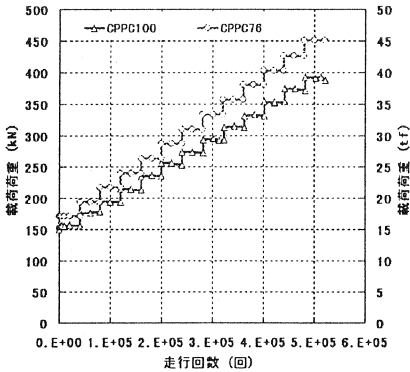


図—3 供試体平面図

状態で設計製作を行った。2体目供試体(以後CPPC76と称す)は、設計荷重時において両方向ともにひび割れ発生限界状態で設計製作を行った。表—1に両供試体の設計荷重時の応力状態を示す。

2. 2輪荷重走行試験

実験は建設省土木研究所の輪荷重走行試験機を用いて実施した。CPPC100は初期載荷荷重157kN、走行回数4万回毎に荷重を20kN上げ、最終載荷荷重393kN、走行回数52万回まで、CPPC76は初期載荷荷重172kN、最終載荷荷重451kN、走行回数52万回まで載荷を行った。尚、静的載荷は輪荷重走行回数2万回毎に供試体中央に載荷した。図—4に輪荷重走行試験段階載荷要領を示す。



図—4 輪荷重走行試験段階載荷要領

3. 実験結果および考察

CPPC100、CPPC76はともに未破壊で試験を終了した。

3.1 ひび割れ

図—5にひび割れ発生位置概略図を、図—6、図—7にCPPC100、CPPC76それぞれの供試体下面のひび割れ観察図を示す。

供試体上面のひび割れは、CPPC100ではほとんど確認されず、CPPC76についても軽微なひび割れは確認されたもののその後伸展はなかった。

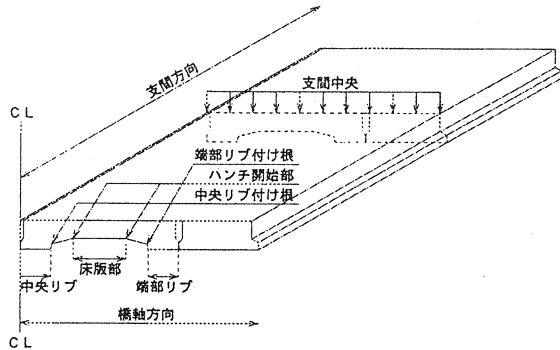
CPPC100下面のひび割れは、まず輪荷重走行回数18万回(235kN)で中央リブ付け根に床版支間方向のひび割れと中央リブ支間中央に橋軸方向のひび割れが発生した。その後、28万回(294kN)で端部リブ支間中央に橋軸方向のひび割れが、32万回(314kN)で床版部に床版支間方向のひび割れが発生した。

CPPC76は、上・下面ともに早い段階で軽微なひび割れが確認されたが、走行回数20万回

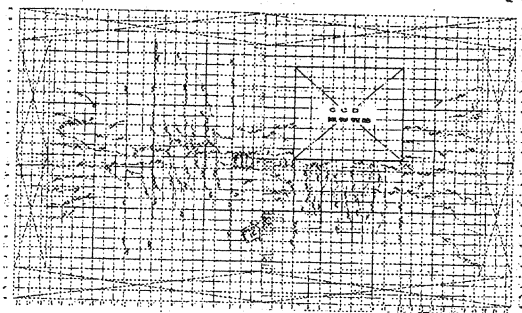
表—1 応力状態(設計荷重時)

(単位: kgf/cm²)

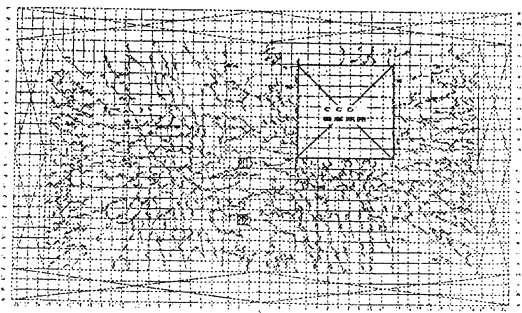
	① CPPC100	② CPPC76	②/①
●床版支間方向			
導入緊張力(直後)	256tf	194tf	76%
床版上縁応力	122	107	
床版部下縁応力	47	28	
リブ部下縁応力	2	-20	
●橋軸方向			
導入緊張力(直後)	168tf	105tf	63%
平均導入応力(目地部)	30	20	
床版部上縁応力	76	69	
下縁応力	-4	-23	
目地部上縁応力	73	61	
下縁応力	-12	-23	



図—5 ひび割れ発生位置概略図



図—6 供試体下面のひび割れ観察図(CPPC100)



図—7 供試体下面のひび割れ観察図(CPPC76)

(264kN)まで伸展は確認されなかった。その後、20万回(264kN)で同時に床版部に床版支間方向のひび割れと、リブ部に橋軸方向のひび割れが発生し伸展を始めた。そして28万回(310kN)で床版部に橋軸方向のひび割れが発生し、最終的に床版部

3. 2 たわみ

輪荷重走行による疲労によって、供試体中央のたわみがどのような挙動を示すか、静的および動的に測定を行った。図-8に静的載荷による供試体中央のたわみを示す。同図に示されたRC8およびPRC50は建設省土木研究所により別途実施された輪荷重走行試験の結果で、RC8は平成8年道示に準拠するRC床版、PRC50はフルプレ

ストレスに対して50%のプレストレスをポストテンション方式により床版支間方向に導入した床版である。尚、RC8・PRC50はCPPC100と同様の輪荷重載荷パターンである。また、図-9および図-10には輪荷重走行52万回付近30秒間の動的計測による試験結果を示す。

CPPC100のたわみをRC8のたわみと比較しても、輪荷重走行52万回終了後の392kN載荷時のたわみは3.043mmと小さく、除荷時のたわみも0.879mmと小さい。これより、CPPC100が高い剛性とじん性を有していることが分かる。また、CPPC76に関しては、輪荷重走行52万回終了後の451kN載荷時で7.251mmとCPPC100と比較すると約2.4倍のたわみ量だが、RC床版の破壊の兆候が見え始めたたわみ5.449mmを上回っても破壊には至らず、除荷時のたわみも2.999mmと小さいものであった。さらに、輪荷重載荷パターンの違いを考慮すれば、PRC50の輪荷重走行試験終了後のたわみは、392kN載荷時6.24mm、除荷時2.666mmとCPPC76と近い値を示しており、図-8の輪荷重走行試験開始から終了までの経時的なたわみ量の変化からも分かるように、二つの供試体は類似している。これより、CPPC76はPRC50と同等の剛性を有していると考えられる。

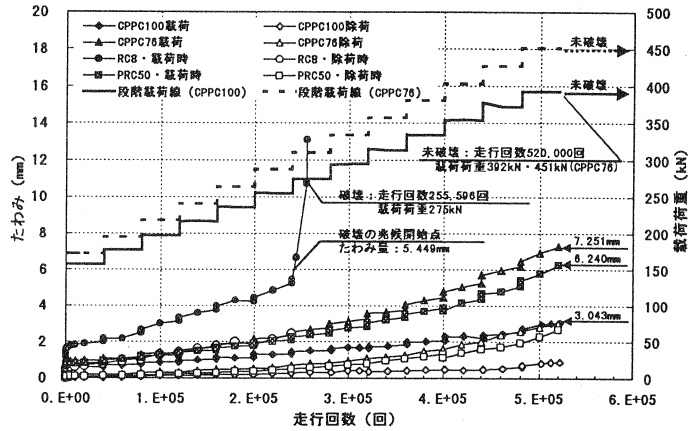


図-8 供試体中央のたわみ(静的)

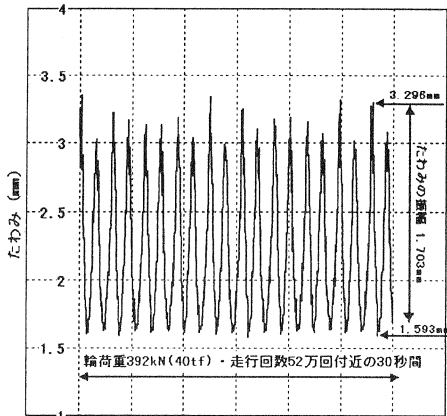


図-9 CPPC100 供試体中央のたわみ(動的)

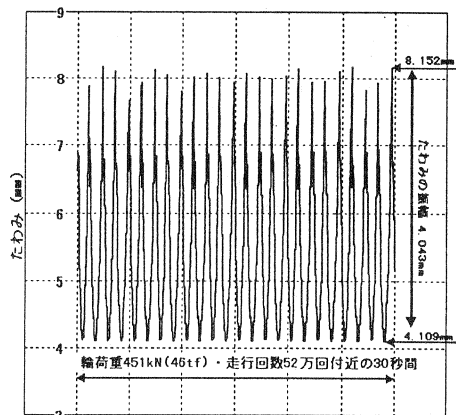


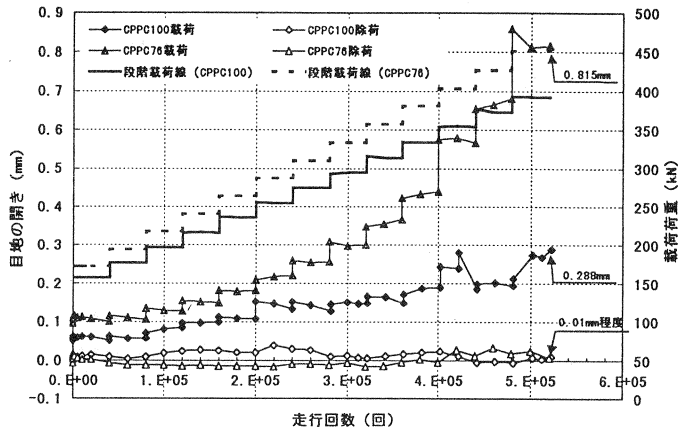
図-10 CPPC76 供試体中央のたわみ(動的)

図-8によりCPPC100とCPPC76のたわみ量を経時的に見ると、CPPC100が輪荷重走行試験終了までほぼ直線的に増加しているのに対し、CPPC76は輪荷重走行回数20万回付近から曲線的に増加している。

また、図—9および図—10で分かるように、両供試体の輪荷重走行52万回付近のたわみの振幅幅はCPPC100が1.703mmであるのに対し、CPPC76は4.043mmと大きな振幅幅となっている。これより、載荷パターンの違いによる影響も考えられるが、CPPC100に比べCPPC76が輪荷重走行により疲労の影響を受けて剛性が低下していることが考えられる。

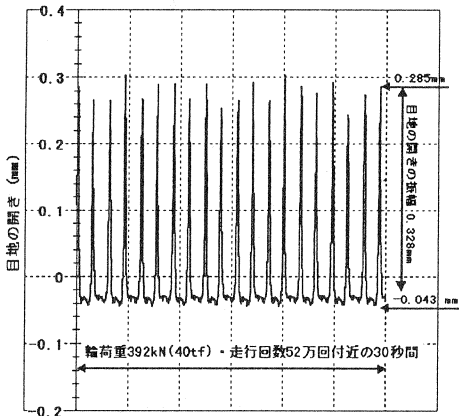
3.3 PC床版相互の目地の開き

輪荷重走行による疲労によって、経時的に目地の開きはどのような挙動を示すか、静的および動的に測定を行った。図—11に静的載荷による供試体中央の下側目地の開きを示す。また、図—12および図—13には輪荷重走行52万回付近30秒間の動的計測による試験結果を示す。

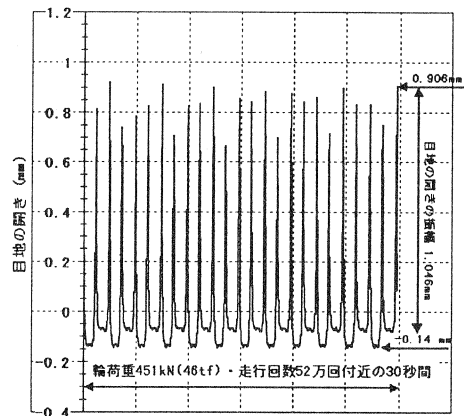


図—11 供試体中央の下側目地の開き(静的)

CPPC100の静的載荷による供試体中央下側の目地の開きは、輪荷重走行52万回終了後の392kN載荷時において0.288mmの目地の開きが生じた。また、CPPC76については、輪荷重走行52万回終了後の451kN載荷時において0.815mmの目地の開きが生じており、CPPC100に比べ3倍近い開き幅となった。しかしながら、両供試体ともに荷重を除荷すると開き幅は0.01mm程度まで閉じていることから、両供試体ともに橋軸方向のプレストレスが試験終了時まで有効に作用していることが分かる。



図—12 CPPC100 供試体中央の下側目地の開き(動的)



図—13 CPPC76 供試体中央の下側目地の開き(動的)

図—11よりCPPC100、CPPC76両供試体の輪荷重走行52万回終了後の載荷時と除荷時における目地の開き幅を見ると、CPPC100については約0.29mm、CPPC76が約0.82mmとなっている。また、図—12および図—13の輪荷重走行52万回付近30秒間の動的計測による目地の開きの振幅でも、CPPC100が-0.043mm～0.285mm(振幅幅:0.33mm)で推移しているのに対し、CPPC76は-0.14mm～0.906mm(振幅幅:1.05mm)で推移しており、約3.2倍の振幅幅となっている。

これらのことから、載荷パターンの違いによる影響も考えられるが、CPPC100に比べCPPC76が輪荷重走行により疲労の影響を受けて剛性が低下していることが考えられる。

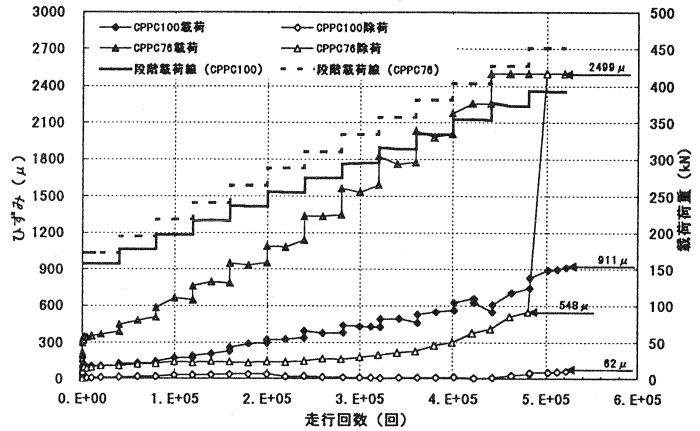
3. 4 鉄筋のひずみ

輪荷重走行による疲労によって、経時的に鉄筋のひずみはどのような挙動を示すか、静的および動的に測定を行った。図—14に静的載荷によるリブ部床版支間方向の下側鉄筋のひずみを、図—15に静的載荷による床版部床版支間方向の下側鉄筋のひずみを示す。また、図—16にはCPPC76の輪荷重走行40万回付近30秒間の動的計測による試験結果を示す。

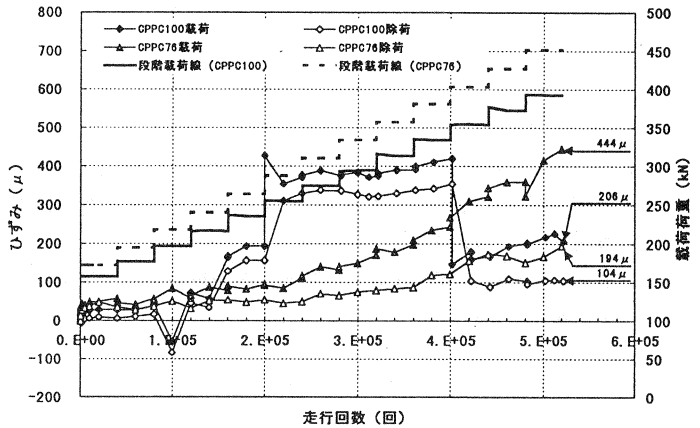
表—1に示したように、CPPC100およびCPPC76の内部応力は導入プレストレスの違いにより異なっている。この応力度の違いによる疲労が顕著に現れたのが図—14に示すリブ部下側の床版支間方向鉄筋のひずみである。CPPC100では輪荷重走行52万回終了後の392kN載荷時で引張ひずみ1170 μ 程度の発生でとどまっているのに対し、CPPC76では引張ひずみが2500 μ を超えてしまっている。これは載荷パターンの違いも考えられるが、CPPC76の床版支間方向の鉄筋量がCPPC100の鉄筋量と同程度であるのに対して、CPPC76がひび割れ発生限界状態で設計しているため、

CPPC100に比べ相対的に鉄筋量が不足となり、鉄筋の荷重負担が大きくなったものと考えられる。また、図—14および図—15より床版支間方向の鉄筋について、リブ部と床版部の鉄筋のひずみを比較すると、CPPC100では輪荷重走行52万回終了後の392kN載荷時において、それぞれ911 μ 、206 μ の引張ひずみが生じている。CPPC76では輪荷重走行52万回終了後の451kN載荷時において、それぞれ2499 μ 、444 μ の引張ひずみが生じており、いずれもリブ部の引張ひずみが卓越している。また、図—16のCPPC76の輪荷重走行40万回付近(載荷荷重402kN)30秒間の床版支間方向下側鉄筋のひずみ動的計測では、床版部では120 μ ~580 μ で引張ひずみが推移しているのに対し、リブ部では480~2490 μ と広い範囲で引張ひずみが推移している。これらのことより、CPPC床版は荷重によりリブ部に応力が集中することが分かる。

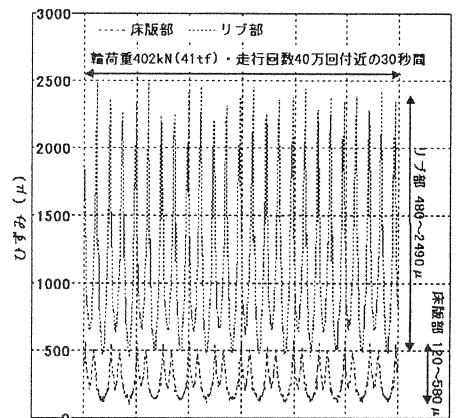
橋軸方向の鉄筋については、橋軸方向にCPPC床版が連続していないため、荷重に対する鉄筋のひずみは



図—14 リブ部床版支間方向下側鉄筋のひずみ (静的)



図—15 床版部床版支間方向下側鉄筋のひずみ (静的)



図—16 CPCC76の床版支間方向下側鉄筋のひずみ (動的)

軽微な引張りずみで推移した。

これまで3.2および3.3で述べてきたように、たわみや目地の開きについて見たとき、床版支間方向および橋軸方向においては導入プレストレス量の違いによる供試体の剛性・じん性の大きな低下は確認されなかったものの、リブ部の床版支間方向については、プレストレス量の違いにより鉄筋に大きな応力集中が生じるという影響が見られ。

4. おわりに

今回の輪荷重走行試験に用いた2種類の供試体は、CPPC100の床版支間方向の設計については道示にしたがって、引張応力度発生限界状態で設計製作を行ったが、橋軸方向およびCPPC76の床版支間方向・橋軸方向についてはひび割れ発生限界状態により設計製作を行っている。しかしながら、これまで述べてきたようにCPPC100・CPPC76両供試体は過酷な本疲労促進試験を未破壊で終了しており、CPPC100については軽微な損傷、CPPC76についても破壊には至らないほどの損傷で終わっている。これより、両供試体は輪荷重に対して、高い剛性とじん性を有していることが確認された。

本実験の結果より、プレキャストPC床版を用いた道路橋床版への、ひび割れ発生限界状態での設計適用の可能性が確認された。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所、(財)土木研究センター、他民間15社：「道路橋床版の輪荷重走行試験機における疲労耐久性評価手法の開発に関する共同研究報告書(その1)―標準試験方法および第1回試験報告―」、1999.3
- 2) 日本道路公団大阪建設局：「関西国際空港線末広高架橋(鋼上部工)工事PCプレキャスト床版実験報告書」、1993.5