

(31) 橋軸方向プレストレスによるRCプレキャスト床版の疲労耐久性の向上

ショーボンド建設㈱  
 ショーボンド建設㈱  
 ショーボンド建設㈱  
 大阪大学工学部

○栗原 慎介  
 金崎喜美男  
 金田 昌治  
 松井 繁之

1. はじめに

RC床版の早期劣化の主たる要因として、過大な輪荷重走行による疲労やそれを増幅する雨水の影響が報告されている<sup>1), 2)</sup>。損傷を受けた床版の耐久性回復の抜本的対策として床版打替え工法があるが、現場打ちRC床版では長工期と死荷重増が問題となるため、プレキャスト床版を用いて床版を取替える工法が採用されることが多くなっている。

本報告は、これら床版打替え工法の1種である「橋軸方向にプレストレスを導入し、連続版としたRCプレキャスト床版」についての疲労耐久性を輪荷重走行試験機による疲労実験と実験床版のひび割れ深さの解析から述べるもので、橋軸方向プレストレスによる疲労耐久性向上度を明確にしたものである。

2. 目的

本プレキャスト床版は夜間施工・昼間交通解放ができる特徴を持っており、最終プレストレス導入まで一時的な交通解放を行っている。そこで実験では、①プレストレス導入前の単体版での挙動確認、②プレストレス導入後の床版の疲労耐久性の確認、③プレキャスト床版の床版厚低減の可能性の検討の3項目について照査を行う。また、実験終了後のひび割れ状況から床版の健全度をひび割れ深さで評価できることに着目し、床版のたわみや鉄筋のひずみ分布をひび割れ断面で解析することによりひび割れ深さの推定を行う。

3. 実験概要

表-1に試験体の種類を示す。4種類とも配筋は同じで、SBタイプは単体版をプレストレスで連続版としたものである。SB18の配筋図を図-1に示す。SB18aは連続版とする前に走行実験を行い損傷発

表-1 供試体の種類

供試体	版厚	概要
SB18	18cm	橋軸方向にプレストレス34kgf/cm <sup>2</sup> 程度導入
SB16	16cm	橋軸方向にプレストレス37kgf/cm <sup>2</sup> 程度導入
SB18a	18cm	単体版で疲労実験後、プレストレス34kgf/cm <sup>2</sup> 程度導入
RC16	16cm	RC床版

生後、連続版としたものである。プレストレス量は34kgf/cm<sup>2</sup>前後で輪荷重8tに対しSB18、SB18aでフルプレストレスとしている。鉄筋はSD295Aで、PC鋼より線はSWPR19×6本、コンクリートの設計基準強度は400kgf/cm<sup>2</sup>である。

実験は、SB18aについてRC単体版のひびわれの発生状況を確認するため、載荷荷重10tf-2万回の繰り返し走行載荷を行った。これはプレストレス導入までの解放交通量に相当する。その後、側方版を連結してプレストレスを導入し、載荷荷重15tf-5万回(実最大走行荷重による安全性の確認)、その後18tf-100万回(疲労耐久性の確認)の繰り返し走行載荷を行った。また、最初からプレストレスを導入したSB18、SB16およびRC床版としてRC16の試験体についても各々輪荷重走行試験を行い、SB18についてはさらに載荷荷重を大きくし、SB16では水張り実験も行った。疲労実験には大阪大学の輪荷重走行試験機を使用した。

4. 実験結果

表-2に各試験体の載荷荷重と走行回数を示す。表中の5~7は同じ試験機で行ったRC床版(版厚18cm)の過去の実験データである<sup>2)</sup>。橋軸方向にプレストレスを導入した試験体には全く破壊の兆候となる格子状ひび割れや床版上面の橋軸直角方向ひび割れは観察されなかった。RC床版と比較して飛躍的に疲労耐久性が向上している。SB16で行った水張り実験では、ひび割れや目地部からの水の浸出はみられず、貫通ひび割れの発生はなくプレストレスにより目地が一体化していることが確認された。

図-2にSB18、図-3にRC16の実験終了時のひび割れ図を示す。RC16は格子状のひび割れが発生しているが、SB18には橋軸方向ひび割れしか発生していない。これは、プレストレスが有効に働き、実験終了時でも配力筋断面が全断面有効の状態を維持していることを示している。

図-4、5にSB18aの主筋ひずみの経時変化およびたわみ分布を示す。各荷重における活荷重ひずみの変化や残留ひずみの増加が小さいことから破壊の兆候がみられないことが理解される。また、プレストレスの導入により最大たわみが1/3に減少しており、プレストレスの効果が明瞭に確認できる。図から目地の連続性が確保されていることも理解される。図示はしていないが、15t-50万回走行時の主鉄筋の活荷重および残留ひずみはRC16で300 $\mu$ 、270 $\mu$ 発生しているがSB16では200 $\mu$ 、190 $\mu$ 程度しか発生していないことから主筋断面の剛性低下が小さいといえる。

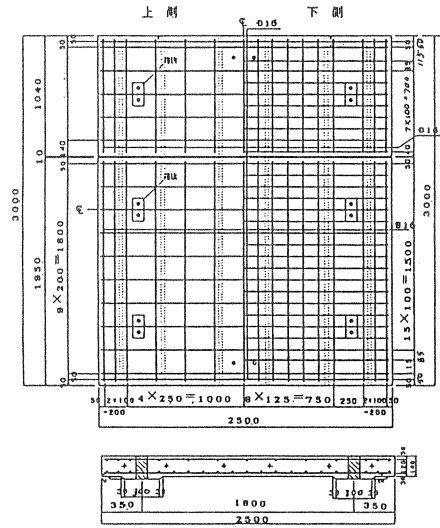


図1 試験体

表-2 各供試体の載荷荷重と走行回数

	供試体	15t	18t	21t	繰り15t	試験終了時の床版の状態
1	SB18	50万	100万	22万	-	破壊の兆候なし
2	SB16	52万	100万	-	20万	破壊の兆候なし
3	SB18a	50万	100万	-	-	破壊の兆候なし
4	RC16	50万	13万	-	-	格子状のひび割れ
5	RC床版	-	84万	-	-	せん断破壊
6	RC床版	-	-	21万	-	せん断破壊
7	RC床版	-	-	-	20万	せん断破壊

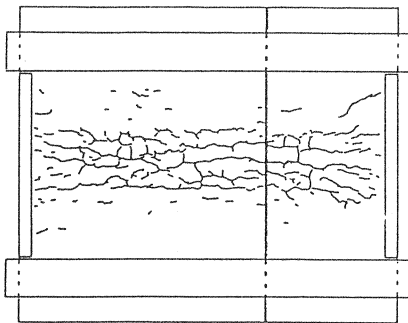


図-2 ひび割れ図(SB18)

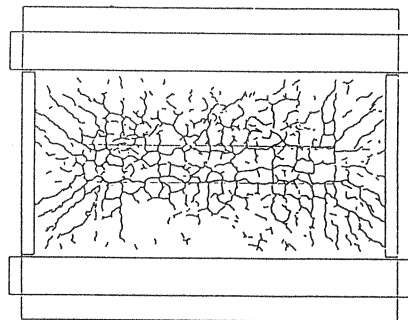


図-3 ひび割れ図(RC16)

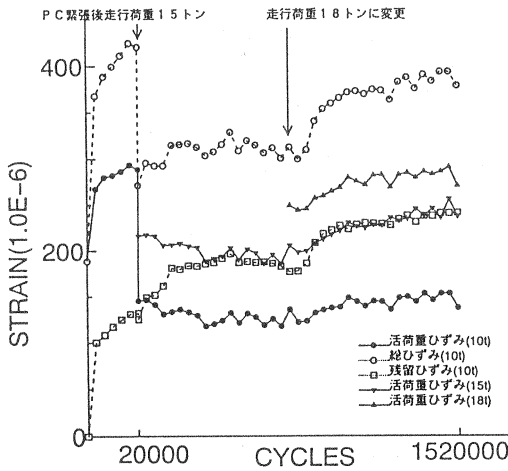


図-4 主筋ひずみ変化図 (SB18a)

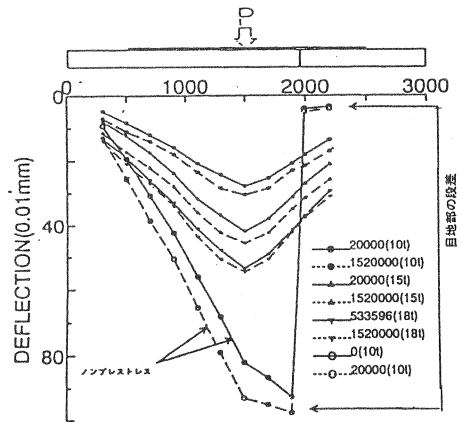


図-5 たわみ分布図 (SB18a)

5 ひび割れ深さの推定による健全度判定

ひび割れ状況からSBタイプの床版は疲労载荷後も主鉄筋方向RC、配力鉄筋方向PCとなるプレストレスト床版形式と判断できる。ひび割れが一方であることから解析によりひび割れ深さを推定できる可能性があることに着目し、本床版の疲労耐久性向上の評価を疲労载荷の進行に伴うひび割れ深さの進展度によって議論することを試みた。精度よくひび割れ深さを推定できればたわみ絶対量や橋軸方向のたわみ分布性状、および鉄筋のひずみも実験値と理論値が一致するはずである。よって、ひび割れ状況から主鉄筋断面をひび割れ断面とし、配力鉄筋断面は全断面有効として解析を行った。ひび割れ深さを表-3のように仮定して、たわみ、鉄筋の応力を求めた。

図-6、7にSB18、SB16について解析値と実験値の活荷重たわみ分布を示す。両試験体とも実験終了時のたわみ分布からひび割れ深さが約4cmであると推定される。次に図-6、7のたわみ分布状況の妥当性を主筋のひずみにより確認を行った結果を図-8、9に示す。ひずみ分布にはバラツキが発生するのは否めないが、解析値と実験値の分布状況はほぼ合っており、実験終了時のひび割れ深さはSB18では約6cm、SB16では約4.5cmと推定できる。図-10にSB18aの活荷重たわみ分布を示す。実験終了時にはSB18とほぼ同じ分布で、プレストレスにの効果より初期ひび割れが床版の耐久性に悪影響を及ぼしていないと考えられる。

以上のことから、各試験体とも十分な輪荷重走行を

表-3 解析断面のひび割れ深さ

	主鉄筋断面	配力鉄筋断面	凡例
1	0cm(全断面有効)	0cm(全断面有効)	————
2	3cm	0cm(全断面有効)	-----
3	6cm	0cm(全断面有効)	.....
4	9cm	0cm(全断面有効)	-----
5	引張無視	0cm(全断面有効)	-----
	実験値(走行回数0回)		————
	実験値(終了時)		-----

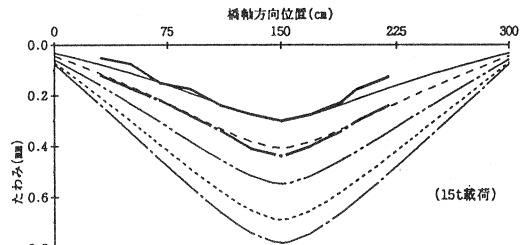


図-6 活荷重たわみ分布図(SB18)

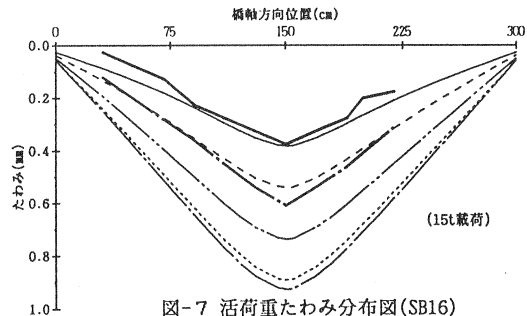


図-7 活荷重たわみ分布図(SB16)

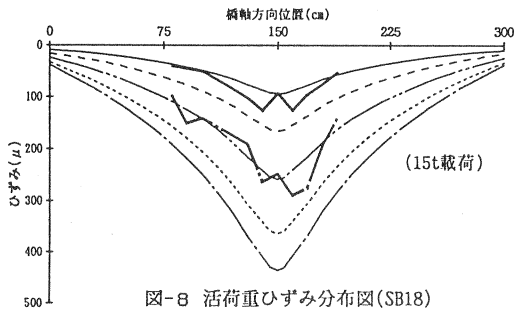


図-8 活荷重ひずみ分布図(SB18)

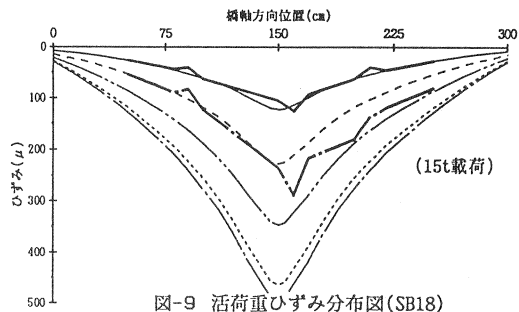


図-9 活荷重ひずみ分布図(SB18)

行ったにもかかわらず損傷は主鉄筋断面に発生した深さ約4~6cmのひび割れのみと結論づけられる。すなわち1.8t、2.1tという設計荷重のほぼ2倍の載荷輪荷重走行後でも主鉄筋断面は引張側コンクリート無視の理論ひび割れ深さ(SB18-13.7cm、SB16-11.7cm)までひび割れは進展せず、まだ全断面有効に近い剛性を残している。RC床版の場合には1.8tでは約1.5万回で直交2方向とも引張側無視の理論ひび割れ深さ(12~14cm前後)に到達している<sup>2)</sup>。

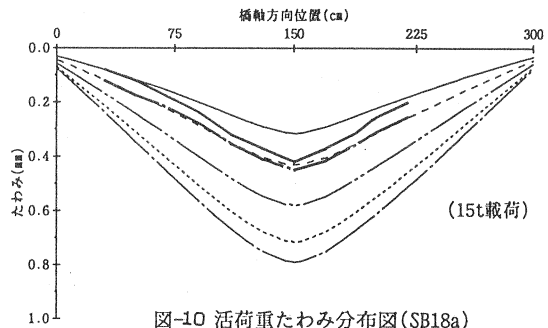


図-10 活荷重たわみ分布図(SB18a)

## 6 まとめ

プレキャスト床版に橋軸方向プレストレスを導入して連続化することで、RC床版に比較して飛躍的な耐久性の向上が図れることが確認された。輪荷重走行試験により耐荷性の向上、目地の連続性、ひび割れの抑制などが実証された。また、一時的な交通解放により発生する軽微なひび割れもプレストレス導入後の床版耐久性に全く影響を及ぼさないことも実証された。

解析から推定したひび割れ深さを考察すると、本形式床版はプレストレス導入によって、主鉄筋断面のひび割れ進行による劣化を効果的に抑制している。このため、この断面はまだ充分なせん断抵抗力を有していると結論付けられる。

以上の結論は版厚1.8cmの床版だけではなく1.6cm厚の床版についても同様であり、今後床版厚低減による軽量化、低価格化などへの期待が示唆されている。

このような結果が得られたのは橋軸方向のプレストレスの効果であり、床版では橋軸方向の連続性の確保が重要であるといえる。

## [参考文献]

- 1) 松井 繁之: 移動荷重を受ける道路橋RC床版の疲労強度と水の影響について, コンクリート工学年次論文報告集, VOL. 9, No. 2, pp. 627~632, 1987.
- 2) 阪神高速道路公団: 道路橋RC床版のひびわれ損傷と耐久性, pp. 35~67, 1991. 3.