

プレキャスト床版の継手に関する実験的研究

函館ドック	正員	○藤崎 敏一
函館ドック	正員	小針 賢士
室蘭工業大学	正員	尾崎 詔
室蘭工業大学	正員	志村 政雄

1 はじめに

架橋工事に於いて工期を短縮する方法の一つに床版のプレキャスト化がある。プレキャスト床版の採用によりコンクリートの品質管理の向上、現場作業の減少にともなう安全性、経済性の向上、それに騒音の減少等のメリットが望めるほか、床版打替工事に於いても昼間は供用を続けたまま、夜間工事のみにより工事を完成させる事が可能となる。

プレキャスト床版に関する研究は以前からかなり行われているが実用的なプレキャスト床版間の継手及びプレキャスト床版と主桁との連結方法に問題が残っていると思われる。橋軸方向の連結方法としてはプレストレスの導入によるもの、鉄筋のラップによるもの、ボルトによるもの等が考えられるが、プレキャスト床版の製作、架設誤差を吸収できる橋軸方向鉄筋の重ね継手として、この継手部に現場でコンクリートを打設する方法が実用的であると思われる。

従って今回の実験では床版の橋軸直角方向に継手を設けその継手部に場所打ちコンクリートを想定し、この継手により連結されたプレキャスト床版が継目のない従来の床版と同じ挙動を示すかどうか、継手部の強度がどうか、又繰返し荷重によって継手部が弱変とならないか等を調査目的としたものである。

2 供試体および実験方法

供試体は床版に継手部のあるもの(供試体B)とないもの(供試体A)の2種類作成し、それぞれについて静的試験用(A-1, B-1)、繰返し荷重試験用(A-2, B-2)の2体を準備した。

供試体Aは床版に継手部を設けないので、厚さ16cm 幅1m 支間2mの床版部に桁間隔60cmで300×150×9×65のH型鋼を取付けた非合成桁である。床版と鋼桁との連結は粗なスタッドジベルにより行われている。床版厚16cmは道路橋示方書で車道の最小厚であり1等橋の連続版の場合この厚さは主桁間隔が1.8m以下の橋梁に相当するが実験設備の関係から主桁間隔を60cmとし、供試体

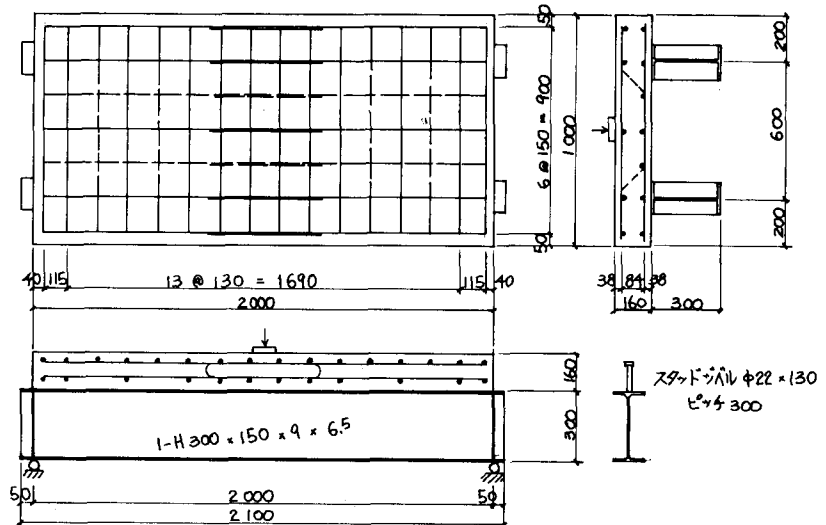


図-1 供試体A

は単純版とした。鉄筋ピッチも主桁間隔 1.8 m の連続版の場合を想定した。使用したコンクリートは表-1 に示すもので養生は蒸気養生を行った。鉄筋は中 16 mm (SR 24) を用いた。

供試体 B は寸法、鉄筋ピッチ、コンクリートの諸元等全て供試体 A と同じであり、支間中央及び鋼桁上に場所打ちコンクリート部を設けたものである。(斜線部) 場所打ちコンクリートは教野

間で非合成床版としての所定の強度を出せるように超速硬セメント (ジェットセメント) を用いた。コンクリートに関する諸元は表-1 に示す。場所打ちコンクリート部と接するプレキャスト床版の接触面はあらかじめ粗面にしておき接着性を良くした。

供試体への荷重は疲労試験機を用いて円長 10 cm の加圧板を通じて行った。荷重位置は床版の中央 1 点とした。静的試験では床版が破壊するまで 27 ごと荷重を増加させ、床版中央付近の鉄筋及び鋼桁のタワミとヒズミ、コンクリート面のヒズミ等の計測と床版下面に生じたひげわれの観察を行ったものである。ひげわれ幅が 0.1 ~ 0.2 mm 付近では荷重を 1 ごと増加させた。一方繰返し荷重試験では 0 回、25 万回、75 万回、200 万回の繰返し荷重をかけた後にそれぞれ静的試験を行った。繰返し荷重は供試体 A-1 の床版下面のひげわれ幅が 0.1 mm となったときの荷重 17 t を用いた。

なお、供試体を用いたコンクリートの強度その他の性質を調べるため 10 × 20 cm の円柱供試体を製作し、標準養生・養生における試験のほか、上記静的及び繰返し試験時の強度等の値を表-2 に示した。

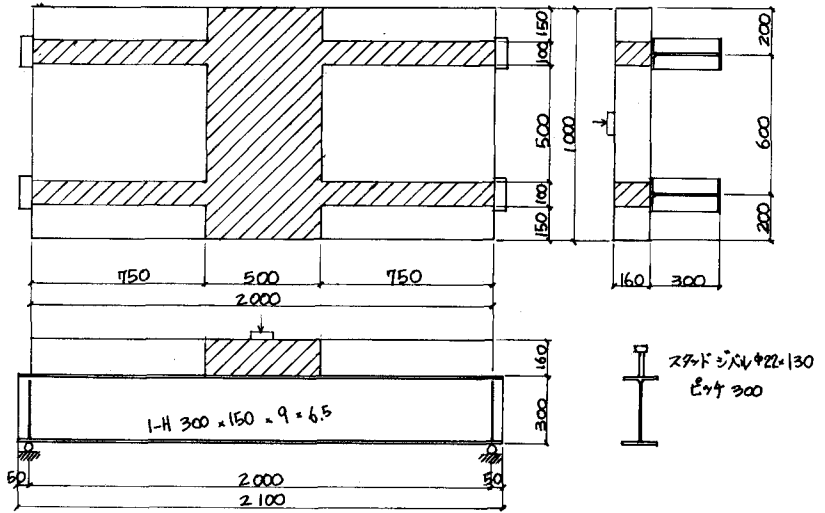


図-2 供試体 B

表-1 コンクリートの諸元

	プレキャスト床版に用いたコンクリート	継手部に用いたコンクリート
使用セメント	普通ポルトランドセメント	超速硬セメント (ジェットセメント)
細骨材	白岩産砂 (粗粒率 3.01 比重 2.68)	
粗骨材	敷生川産碎石 (最大寸法 25 mm 比重 2.68)	
スランジ	8.0 cm	21.0 cm
空気量	4.0 %	1.7 %
水セメント比	48.0 %	35.0 %
細骨材率	41.5 %	40.0 %
単位セメント量 (kg/m ³)	304	450
水量 (kg)	146	157
細骨材 (kg)	809	729
粗骨材 (kg)	1142	1093
混和剤 (kg)	減水剤 1.52	減水剤 9, 凝結調整剤 0.9

表-2 コンクリート材料の試験結果

	プレキャスト床版に用いたコンクリート (普通ポルトランドセメント使用)		継手部に用いたコンクリート (超速硬セメント使用)		
	標準養生 養生 28 日	現場養生 試験時 14 日	現場養生 試験時 28 日	現場養生 試験時 11 日	現場養生 試験時 20 日
単位重量 (kg/m ³)	2400	2360	2340	2420	2400
弾性係数 (kg/cm ²)	314	320	331	349	343
弾性係数 (%)	300	300	—	290	305
圧縮強度 (kg/cm ²)	400	342	363	541	730
圧縮ヒズミ (×10 ⁻⁵)	2200	2500	—	2300	2600
引張強度 (%)	28.3	—	26.3	—	—

3 実験結果及び考察

以上の4つの供試体のひびわれ状態と破壊荷重は表-3に示す通りである。この表でひびわれ発生荷重は各供試体で一致している。ひびわれ幅が0.1mmになったときの荷重は供試体A-1で

17t, A-2で14t, B-1で15t(床版の継手目地部に発生)

であるが、B-2では最初の載荷荷重17tでは0.1mmのひびわれは生ぜず、25万回後に10tで生じた。床版にとって有害なひびわれ幅と思われる0.2mmのひびわれ幅となったのは静的試験のみを行った供試体(以後供試体1)よりも繰返し荷重をかけた後静的試験を行った供試体(以後供試体2)の方が小さな荷重で発生しており、ひびわれ幅の成長が繰返し荷重の影響を受けることわかる。

又、破壊は下記に説明するひびわれの様子からわかるように橋軸方向にかなりの範囲にわたってひびわれが進行し広領域にわたる曲

表-3 ひびわれ状態及び破壊荷重 (ton)

供試体NO.	ひびわれ発生荷重	ひびわれ幅0.2mm荷重	破壊荷重
A-1	8	22	40
A-2	8	18 (200万回後)	43
B-1	14	34	66
B-2	12	22 (200万回後)	68

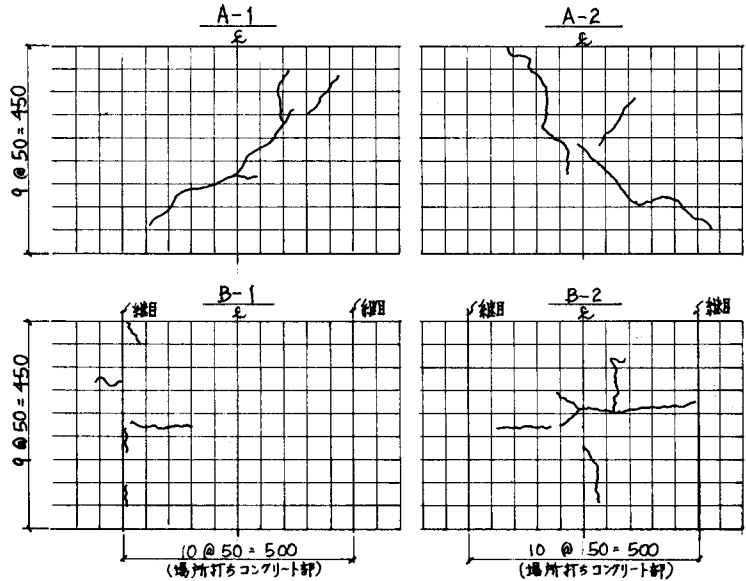


図-3 荷重17t時のひびわれ状態(ひびわれ幅は全て0.1mm以下)

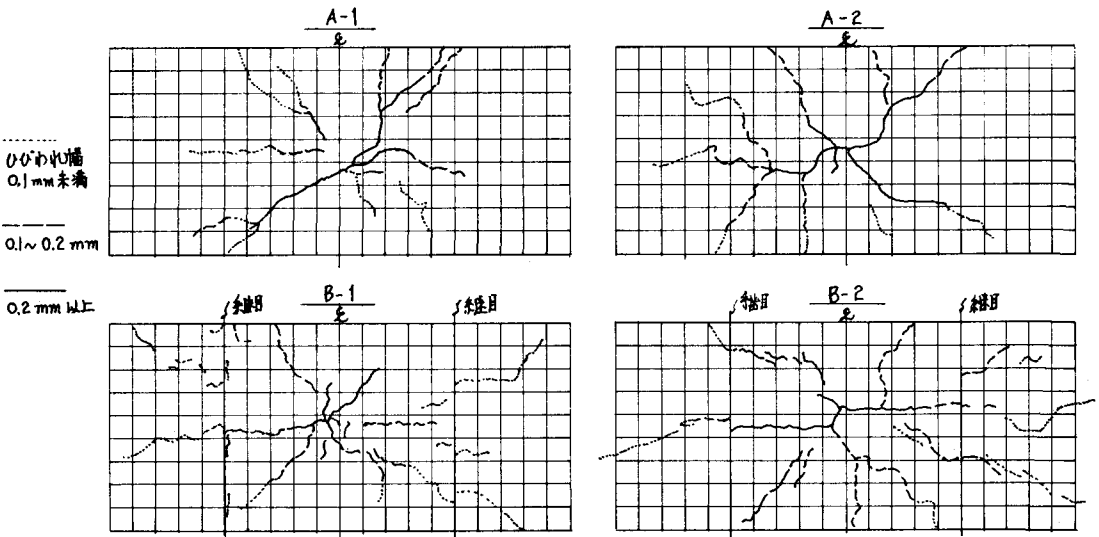


図-4 荷重38t時のひびわれ状態

げ破壊の様相をみせるが最終的には押板せん断による破壊に至っている。供試体Aで40tと43t, 供試体Bで66tと68tとそれぞれの供試体で大差がないところから繰返し荷重の影響は認められなかった。

実験データより得られた押板せん断力の実用式により破壊荷重を計算したところ;

$$P = 0.614(b_0 + 3\pi d)d\sqrt{\sigma_{CB}(1 + 0.5 \frac{P \cdot \sigma_{sy}}{\sqrt{\sigma_{CB}}})} / (1 + \frac{d}{20})$$

鉄筋比 $P = 1.26\% \times 2$, $\sigma_{sy} = 2700 \text{ kg/cm}^2$

すなわち $P \cdot \sigma_{sy} = 68.4 \text{ t}$

$\sigma_{CB} = 342 \text{ kg/cm}^2$ で $P = 39 \text{ t}$

$\sigma_{CB} = 700 \text{ kg/cm}^2$ で $P = 48 \text{ t}$ を得た。

この値は供試体Aに関してはほぼ妥当な値と思われるが、供試体Bに関してはかなり実験値の方が大きな値となっている。

図-3に供試体A-1がひがわれ幅0.1mmとなったときの荷重17t時のひがわれの状態を示す。床版下面には5cm毎に縦横線をひいてひがわれ発生位置の確認を容易にした。この図で供試体B-1には継手目地部にひがわれが発生しており、他の供試体は載荷点である床版中央付近から発生している。供試体Aは斜方向にひがわれが発生し成長しているが、供試体Bは橋軸方向に発生・成長していることから主鉄筋の影響によるひがわれと思われる。

供試体A-1は40tで破壊したがこの直前の38t時のひがわれ状態を図-4に示す。この図で供試体Aよりも供試体Bの方がひがわれ数が多くかつ広領域にわたっている。供試体1と供試体2の差はこの図からは余り認められず、図-3で継手目地部に発生した供試体B-1のひがわれはその後成長はしていない。又供試体Bでは継手目地部でひがわれが途切れているものも見受けられる。このためプレキャスト床版と後打ちコンクリートが一体化していないのではないかと懸念をもち、実験終了後破壊した供試体Bを調べたところ、新しくつなげたひがわれもあり、途切れたままのものもあったがプレキャスト床版と後打ちコンクリートが遊離しているものは見られず観察した限りでは完全に一体化していた。

以上のひがわれのまとめとして図-5に荷重とひがわれ幅の関係を示す。この図でそれぞれ供試体1と供試体2に比べて載荷荷重が小さくなるちはひがわれ幅の進行は遅いし、荷重が大きくなるとひがわれ幅の進行が早くなってきている。供試体Aと供試体Bとを比較すると後者の方がひ

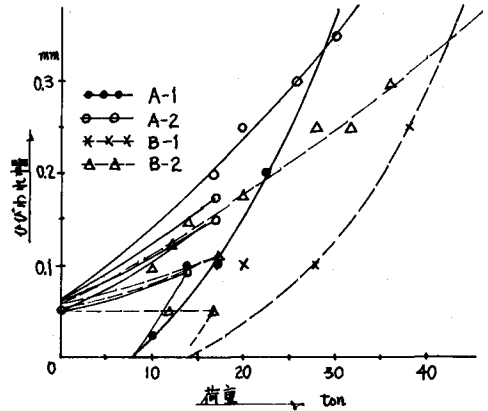


図-5 ひがわれ幅と荷重

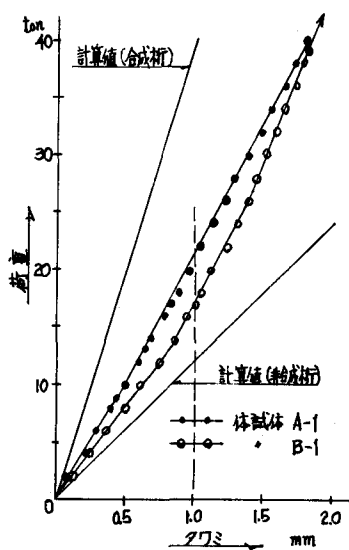


図-6 支間中央の鋼桁のクラック

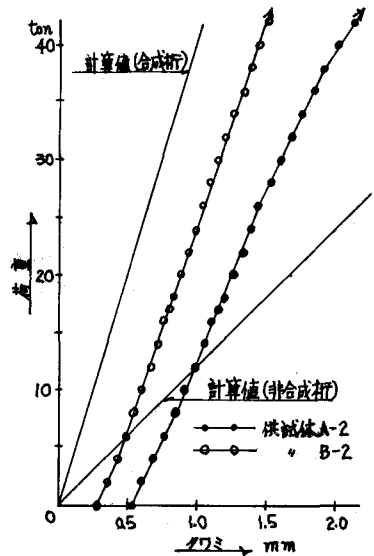


図-7 支間中央の鋼桁のクラック

ひがわれの成長が遅くすなわち強度が大きいと思われる。

図-6に供試体1の支間中央における鋼筋のタワミを、又図-7に供試体2の支間中央における鋼筋のタワミを載せる。タワミの値は2つの主筋の平均値である。先ず図-6において供試体B-1はA-1よりも大きくたわんでいる。これは供試体B-1の継手部に場所打ちコンクリートを打設する際の不手際から継手部が完全ではなかったと推定される。しかしながら荷重が増加してきて鉄筋の付着が効いて来ると隙々にではあるが供試体Aよりも供試体Bの方のタワミ量が少なくなっている。12tから供試体Aと同程度で、26tでは供試体Aよりも供試体Bの方が小さなタワミとなり、40t付近でタワミ量は逆転している。このことは供試体B-1のひがわれ状態をみても同様に推定される。すなわち小さな荷重状態で継手目地部にひがわれが最初生じたが、以後このひがわれは成長せず、38t時においても余り成長はしていない。このことから供試体Bの継手部がプレキャスト床版と完全に密着していない場合でも最終強度は供試体Aよりも大きいと云える。又鉄筋コンクリート床版をもつプレートガーダー型式の橋梁の許容タワミを道路橋示方書によって計算すると1mmであるが、今回の実験の供試体で非合成筋を想定しているので図-9から12tと読める。鋼主筋と床版とは粗なジベルにより連結されているためある程度の合成作用が働いてタワミ値は合成筋と非合成筋の計算値の中間に位置している。

図-7では供試体2の比較を行っているが、これは200万回の繰返し荷重載荷後のタワミであるので残留タワミ値を考慮した。又供試体Aと供試体Bでは26tまではほぼ平行であるが、それを過ぎると供試体Aはタワミ値が小さくなっていく。

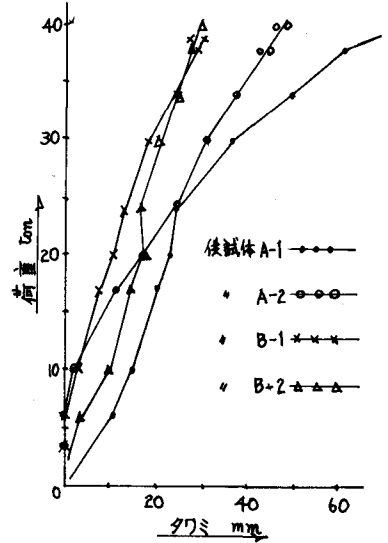


図-8 床版中央のタワミ

図-9には荷重載荷位置のタワミを示す。このタワミ値は支間中央における橋軸直角方向の床版中央のタワミである。供試体2は繰返し荷重載荷後の値であるから残留を考慮すべきであるが装置の関係から残留値の測定ができなかったので供試体1と原状を同じにして載せた。20t迄の荷重では各供試体ともバラバラの動きをみせているが、それ以上の大き

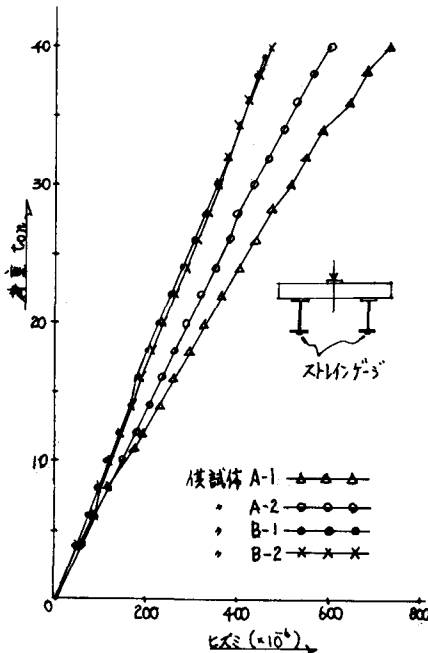


図-9 支間中央の鋼筋下フランジのヒズミ

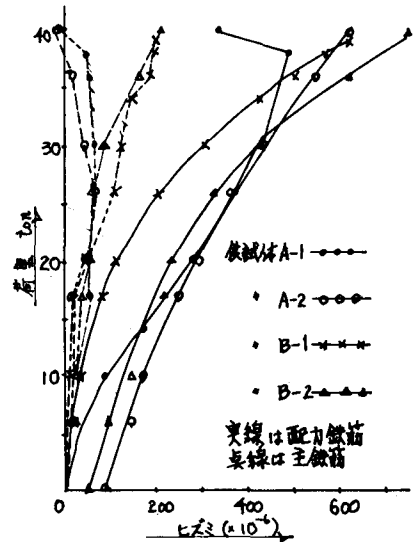


図-10 荷重載付時の配力鉄筋と主鉄筋のヒズミ

な荷重では供試体AとBとで明らかに分離しており、供試体Bのタリミが小さい。

図-9に支間中央部の鋼桁下フランジのヒズミ値を示す。図-8と同様に供試体Bの方がAよりも小さな値となっている。

図-10に荷重突付近の主鉄筋と配力鉄筋のヒズミを載せる。これは図-11に示すように下側鉄筋の上側にストレインゲージを貼りヒズミ値を得たもので、配力鉄筋量が2倍入っている部分がある。桁間隔が小さく主鉄筋ヒズミが配力鉄筋のヒズミよりも小さな値となっている。

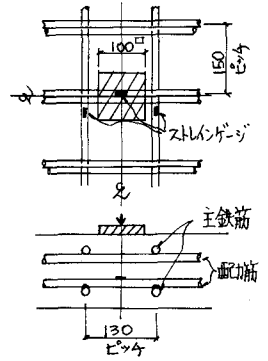


図-11 荷重突付近の
ストレインゲージ位置

4. まとめ

今回の実験結果をまとめてみると下記のようなことがある。

- 1) 継手部に高強度のセメントを用いたこともあって供試体Bは供試体Aに比べ破壊強度が大きい。又170程度の繰返し荷重では強度に影響を及ぼすものではない。
- 2) ひがぬれは弱臭があれば最初そこに生ずるが、余り成長しない。
- 3) 床版と鋼桁は粗なスタッドジベルによる連結であっても合成作用をもち、合成桁と非合成桁の中間の挙動をみせる。又床版と鋼桁とはく離せずには認められない。

以上から供試体Bと同様な継手を有する実橋においても強度的な問題は無いと思われる。現場工事における継手部の施工を容易にするためには工場製装段階で鉄筋位置の精度をあげる事が必要である。

参考文献

- 1) 角田与史雄・井藤昭夫・藤田嘉夫 「鉄筋コンクリートフラブの押抜きせん断耐力に関する実験的研究」
土木学会論文報告集 第229号 1974年9月
- 2) 「道路橋示方書・同解説」 日本道路協会 昭和48年2月
- 3) 横道英雄・藤田嘉夫 「鉄筋コンクリート工学」 共立出版 1971年