

(32) 外ケーブル方式によるコンクリート床版へのプレストレス導入に関する研究

大阪大学工学部
大阪大学大学院

松井繁之
○東山浩士

1. はじめに

新設橋梁では、施工の急速性、省力化などを目的として、コンクリート部材のプレキャスト化が進んでおり、また、プレキャストセグメントの連結に対して外ケーブル方式の適用が試みられている¹⁾。このような現状のなか、コンクリート床版についてもプレキャスト床版が多く用いられるようになってきている²⁾。

プレキャスト床版には橋軸直角方向がRC、あるいはPCのものがある。後者は橋軸直角方向にプレストレスを導入して、板厚を薄く設計し、橋軸方向ひびわれの発生を抑制して、耐久性の向上を図るものである。橋軸方向については、プレキャスト板相互間に継ぎ手が生じ、工法によっては連続性の確保や耐久性の低下等に問題がある。プレキャスト板の継ぎ手に関して、幾つかの研究が行われており、その連続性および耐久性について検討がなされている。これまでに研究・開発されている継ぎ手構造には、例えば、橋軸方向にプレストレスを導入する方法³⁾、配力鉄筋をループ状に加工したRC継ぎ手⁴⁾、I型の金属によって曲げによる力を伝達するメカニカル継ぎ手⁵⁾が挙げられる。

橋軸方向にプレストレスを導入する方法は信頼性が高いと言える。しかし、内ケーブル方式でプレストレスしたプレキャスト板が部分的な損傷を受けた場合、その部分のみの取り替えは、内ケーブルの切断を伴い、特殊な工法が必要である。

そこで、本研究では、鋼・コンクリート合成桁橋に外ケーブル方式を適用し、プレキャスト板へ橋軸方向のプレストレスを導入することを試み、床版中のプレストレス分布、静的・動的載荷、耐荷力について実験を行った。ここでは、プレストレス分布および耐荷力実験について報告する。

外ケーブル方式によるプレストレス導入が可能となれば、プレキャスト板が部分的に損傷を受けたとしても、ケーブル力をリリースし、その部分のプレキャスト板を取り替え、再緊張することができる有用な方法であると考えている。

2. 実験概要

本実験に用いた試験体は2主桁合成桁橋であり、図-1に示すような実橋をほぼ1/6に縮小した模型桁である。試験体の種類としては、床版と鋼桁とを合成した後、外ケーブルによりプレストレスを導入したポスト

テンション方式が2体、あらかじめ外ケーブルにより鋼桁にプレストレスを導入し、床版との合成後、リリースしたプレテンション方式が1体の計3体について実施した(表-1)。外ケーブルの配置は床版に

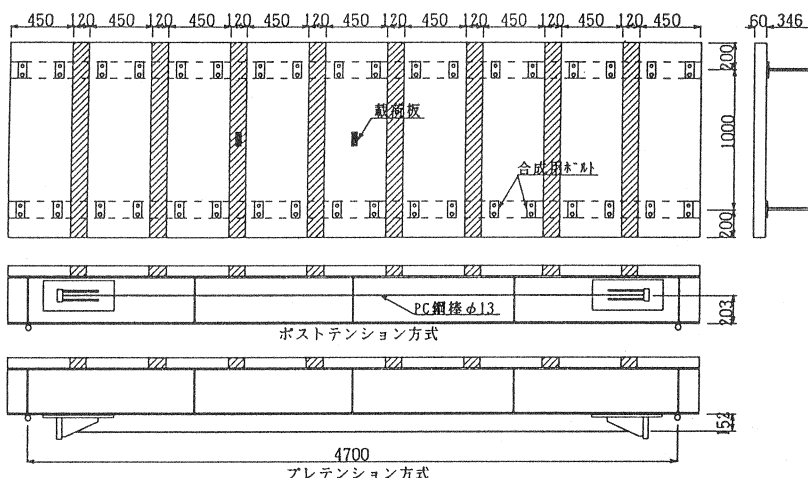


図-1 試験体概要

10kgf/cm²のプレストレスが導入できるように決定した。プレキャスト板は橋軸直角方向にもプレストレスが導入されているものを用いた。プレストレスは床版上縁で31kgf/cm²、下縁で93kgf/cm²である。また、プレキャスト板相互の連結には配力鉄筋を重ね継ぎ手とし、膨張コンクリートを後打設している。床版コンクリートおよび膨張コンクリートの材料特性を表-2に示す。図-1に示す箇所に載荷板100×40mmにより押し抜きせん断耐力試験を行った。

表-1 試験体の種類

試験体	記号	プレスト	継ぎ手鉄筋比	膨張材量
No. 1	NCB-1	しない	2.49%	30kg/m ³
	PCB-1	する		
No. 2	NCB-2	しない	1.96%	15kg/m ³
	PCB-2	する		
No. 3	PCB-3	する	1.96%	15kg/m ³

表-2 コンクリート材料特性

	圧縮強度 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)
床版コンクリート	427	32	2.65×10 ⁵
膨張コンクリート			
No. 1	475	34	3.14×10 ⁵
No. 2	319	32	2.95×10 ⁵
No. 3	482	32	3.22×10 ⁵

3. 実験結果

3.1 プレストレス導入

表-3に各試験体に導入したケーブル力を示す。所定のケーブル力導入直後、あるいはリリース直後の床版支間中央縦断面での橋軸方向プレストレス分布を図-2に、また、支間中央横断面での橋軸方向プレ

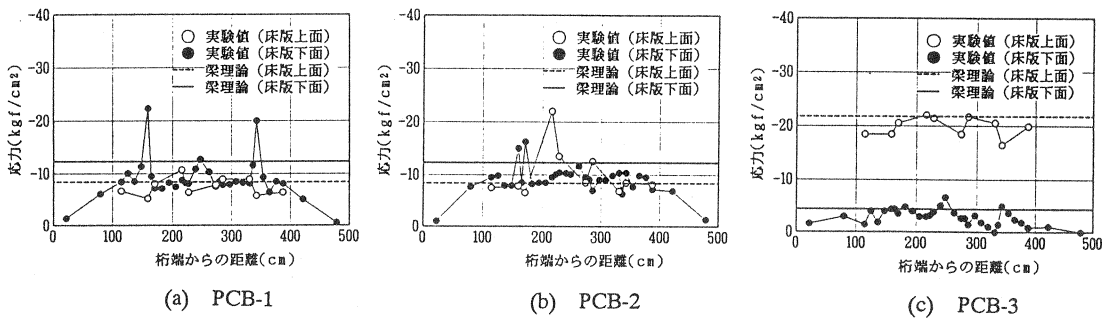


図-2 橋軸縦断面の橋軸方向プレストレス分布

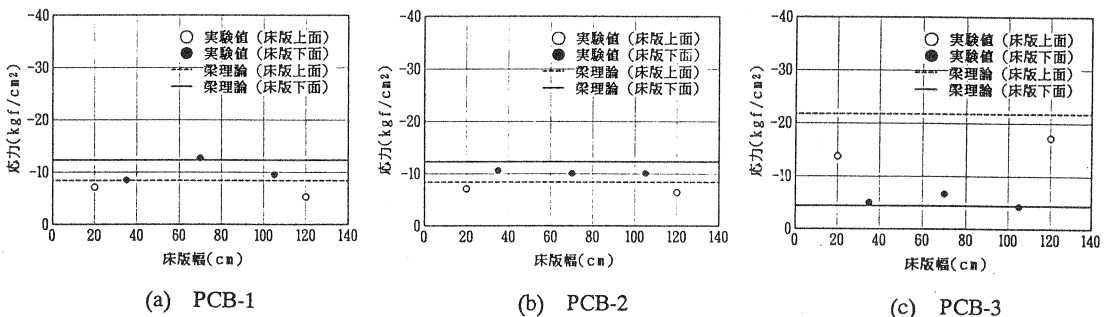


図-3 橋軸横断面の橋軸方向プレストレス分布

ストレス分布を図-3に梁理論値とともに示す。実験値は梁理論値とよく一致しており、床版上下面の平均値はほぼ10kgf/cm²であり、所定のプレストレス導入が確認された。

3.2 押し抜きせん断耐力

図-4 および図-5 にプレキャスト板中央、継ぎ手部中央に荷重した場合の荷重-変形関係を示す。それらの図には1体目のプレストレスを導入していないNCB-1、2体目および3体目のプレストレスを導入したPCB-2 およびPCB-3 について示してある。床版および継ぎ手部において、プレストレスの導入による挙動の違いは明瞭には

表-3 導入ケーブル力

試験体	ケーブル力
PCB-1	5.682tf/桁
PCB-2	5.848tf/桁
PCB-3	8.962tf/桁

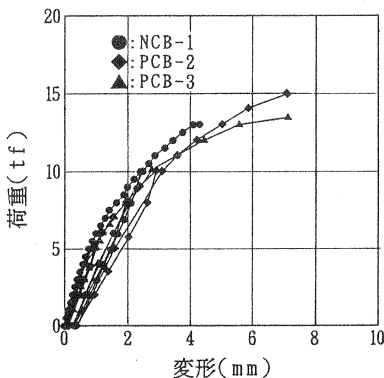


図-4 プレキャスト床版の荷重-変形関係

表-4 押し抜きせん断耐力

試験体	床版中央	継ぎ手中央
NCB-1	13.033tf	13.842tf
PCB-2	15.033tf	14.657tf
PCB-3	13.459tf	13.912tf

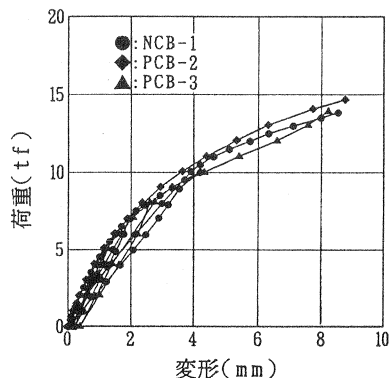


図-5 継ぎ手の荷重-変形関係

現れていない。NCB-1 がプレストレスを導入した試験体より変形が小さいのは荷重板と変位計取付位置の誤差ではないかと考えている。しかし、押し抜きせん断耐力はポストテンション方式のPCB-2 で15%程度の向上が見られ、プレストレス導入による効果の現れであると言える。また、継ぎ手に荷重した場合は、最大変位が床版に比べ大きい。これは、プレキャスト板と継ぎ手部コンクリートとの間の連続性低下によるものと考えられる。しかし、継ぎ手の耐力はNCB-1の床版の耐力とほぼ同じであった。各位置での押し抜きせん断耐力を表-4にまとめている。

3.3 継ぎ手の開口幅

継ぎ手の押し抜き荷重時におけるプレキャスト板と継ぎ手部コンクリートとの境界の開口幅について図-6にNCB-1とPCB-2に対して示す。開口幅はπゲージにより10tfまで測定を行った。開口幅はNCB-1において5tf付近から急増しており、これがPCB-2の変形との差に現れており、プレストレス導入の効果であると言える。

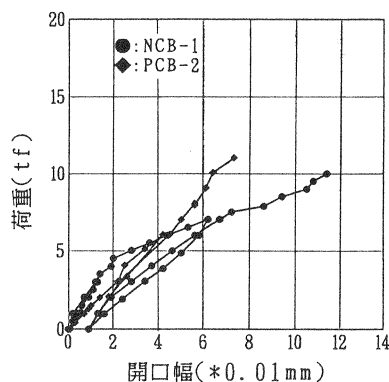


図-6 継ぎ手の開口幅

3.4 ひびわれ発生・進展

図-7にプレキャスト板中央に荷重した場合のひびわれ進展をそれぞれの試験体について示す。初期ひびわれは各試験体とも5~6tfで発生しているが、プレストレスを導入したPCB-2およびPCB-3では継ぎ手部コンクリートにまでひびわれが進展しており、抜け落ち範囲も広がっている。すなわち、破壊角度がプレストレスにより小さくなり、松井の押し抜きせん断耐力評価式⁹⁾からも押し抜きせん断耐力の向上があると言える。

4. まとめ

本実験は、外ケーブル方式によりプレキャスト床版にプレストレスを導入し、その導入度、床版挙動の向上についての基礎的実験であった。本研究で得られた結果を要約すると以下のものである。

(1) プレストレス分布はポストテンション方式、プレテンション方式とも実験値は梁理論値とよく一致しており、外ケーブル方式による床版へのプレストレス導入が容易で、理論通りであることを確認した。

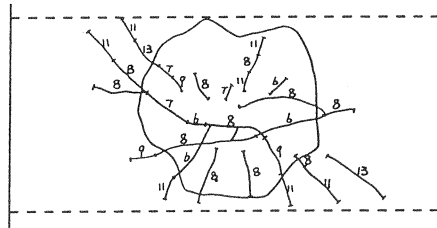
(2) プレキャスト板の橋軸直角方向のプレストレスの影響が大きすぎたため動的載荷による損傷が見られず、荷重-変形関係に橋軸方向プレストレス導入の違いが明瞭に現れなかった。

(3) プレキャスト板の押し抜きせん断耐荷力はポストテンション方式で15%程度向上した。しかし、NCB-1の継ぎ手部押し抜きせん断耐荷力はプレキャスト板とほぼ同程度であり、プレキャスト板の剛性に影響を受けると言える。また、破壊形式もほぼ同様であった。

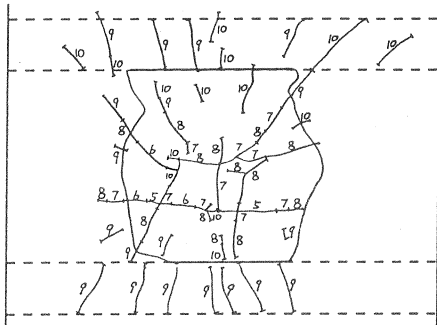
今回の実験では橋軸直角方向にプレストレスが導入されたプレキャスト板を使用したため、外ケーブル方式による橋軸方向プレストレスの効果について明瞭な結果を得ることができなかったと言え、今後、RCプレキャスト板を用いて同様の実験を行い、外ケーブルによる床版へのプレストレス量をも変化させ、静的・動的載荷および押し抜き載荷を通して、耐荷力、継ぎ手の開口幅、ひびわれ発生・進展について研究を進めていく予定である。

参考文献

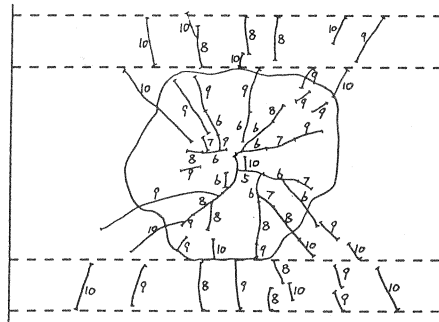
- 1) 小林和夫,大野義照:プレストレストコンクリート構造におけるアンボンドおよび外ケーブルプレストレス技術の適用,プレストレストコンクリート,Vol.No.2,pp.43-48,Mar.,1994
- 2) 中井博 編:プレキャスト床版合成桁橋の設計・施工,森北出版,1988
- 3) 松井繁之,中井博,袴田文雄,竹中裕文:プレストレスを導入するプレキャスト床版の継目部の連続性と耐荷力に関する実験的研究,構造工学論文集,Vol.34A,土木学会,pp.285~296,1988.3
- 4) 森山,橋,松井,牛島,梶川,大澤:ループ継手を有するプレキャスト床版接合部の疲労耐久試験,土木学会第50回年次学術講演会,I-152,pp.304~305,平成7年9月
- 5) 松井,金,石井,笹山,石田:メカニカル継手を有するプレキャスト床版の走行疲労試験,土木学会第50回年次学術講演会,I-151,pp.302~303,平成7年9月
- 6) 前田幸雄,松井繁之:鉄筋コンクリート床版の押し抜きせん断耐荷力の評価式,土木学会論文報告集,V-1,pp.133~141,1984



(a) NCB-1



(b) PCB-2



(c) PCB-3

図-7 ひびわれ発生・進展