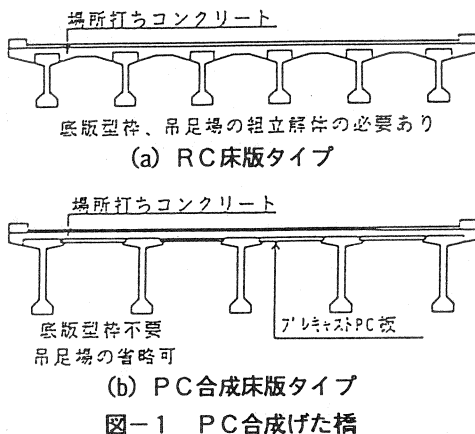


(12) PC合成げた橋(PC合成床版タイプ)に関する実験および解析

プレストレストコンクリート建設業協会 正会員○澤田浩昭
 建設省土木研究所構造橋梁部橋梁研究室 西川和廣
 建設省都市局街路課特定都市交通施設整備室 正会員 神田昌幸
 建設省土木研究所構造橋梁部橋梁研究室 内田賢一

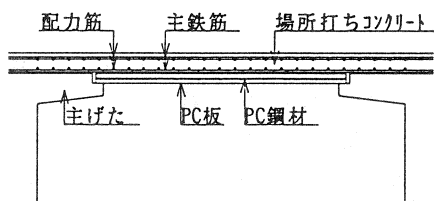
1. まえがき

現在我が国では、橋梁の製作現場においても施工の省力化を推進する必要がある。PC橋に着目した場合には、まず施工件数の多いPCTげた橋に着目することが有効と考えられ、PCTげた橋の適用支間の範囲において施工の省力化を図るために合成げたとPC板を利用した新しい構造について検討を行った。従来、我が国のPC合成げた橋は図-1(a)に示すIげたとRC床版による合成構造が一般的に用いられているが、施工時において床版型枠の設置・撤去および吊足場の組立作業等を多く伴う構造形式であり多大な労力を要していた。そのため、省力化の期待できる新しい構造形式としてPC合成げた橋(PC合成床版タイプ)の開発および提案を行った。この構造は、図-1(b)に示すように床版型枠をPC板による埋設型枠とする事により、吊足場や床版型枠の組立がほぼ省略されるため、施工性や安全性、工期等の面で従来のPC合成げた橋に比べて遥かに向上した構造形式となる。



2. 研究目的

提案する構造の床版部の詳細を図-2に示す。バルブTげた断面の主げた上フランジに設けた切り欠き部に埋設型枠として用いる幅1mのPC板を隙間なく敷設し、その後配筋および場所打ちコンクリートの打設を行う。完成時にはPC板と場所打ちコンクリート部が一体として挙動するPC合成床版構造となっている。また、本構造は少数主げた構造とすることにより省力化、省コスト化が可能な構造となっているため、現行の構造形式に代わる標準的な橋梁としての実用化が期待されている。



しかし、耐久性等に関して不明確な点が残されているため、本研究においては以下に示す3点に関して実験的検討を行った。

- ① PC合成床版部は橋軸方向に隣接するPC板継目位置において、場所打ちコンクリート断面のみで連続しているため、耐久性等の面で弱点となる可能性がある。
- ② 完成系についても主げた上フランジ切り欠き部の耐久性等に関して不明な点が残されている。
- ③ PC板の支持部となる主げた上フランジ切り欠き部においては、PC板の架設時から床版部場所打ちコンクリートの硬化によりPC合成床版が一体化するまでの間、作業荷重はPC板を介し直接切り欠き部で支持されるため施工時の安全性の確認が必要である。

3. 試験方法

3.1 輪荷重走行試験

PC合成床版部の耐久性を確認するためにT荷重の片輪をモデル化した鉄輪を用いた輪荷重走行試験を行った。試験供試体は、基準となる現行のRC床版およびPC合成床版の2体とした。供試体の諸元を表-1に示す。どちらの供試体も実橋における床版支間3mの連続板として設計し、床版支間2.5mの単純版として試験を行った。なお、PC合成床版供試体はPC板8cm厚、場所打ちコンクリート部17cm厚の計25cm厚となっており、道路橋示方書(以下道示とする)で規定されるRC床版の最小全厚を満たしている。また、走行試験は段階的に荷重を増加させる段階荷重とし、最初の載荷荷重は16tf、その後4万回走行ごとに順次2tfずつ最大40tfまで載荷荷重を増加させ、破壊にいたるまで繰り返し載荷を続行した。

表-1 供試体諸元

供試体名	寸法(cm)	位置	主鉄筋(cm)		配力筋(cm)	
			径	間隔	径	間隔
RC床版	280×450 ×25	圧縮側	D16	15.0	D13	12.5
		引張側	D19	15.0	D16	12.5
PC合成床版	280×450 ×25	圧縮側	D16	15.0	D13	15.0
		引張側	D16	15.0	D19	15.0

3.2 切り欠き部耐久性確認試験

完成系での主げた上フランジ切り欠き部の耐久性等を確認するために繰り返し載荷および静的載荷により確認試験を行った。試験供試体の幅は1.0mとし、断面形状と載荷位置を図-3に示す。載荷は切り欠き部直上にT荷重の片輪である50cm×20cmの載荷板を用いて行うものとし、載荷回数100万回までは上限荷重10tf、下限荷重1tf、その後、載荷回数100~200万回では上限荷重13.5tf、下限荷重1tfにて定点繰り返し載荷を行い、終了後同じ位置で静的破壊試験を行った。上限荷重10tf、13.5tfは、等方性無限単純版にそれぞれ15tf、20tfのT荷重を載荷した場合とほぼ同じ床版支間方向応力度を発生させることから設定した。

3.3 切り欠き部耐力確認試験

施工時の安全性の確認のために切り欠き部の耐力の確認試験を行った。供試体の形状を図-4に示す。供試体はTげた上フランジとウェブをモデル化しており実験時の安定性を確保するためにコの字型形状とし、一方の切り欠き部への載荷終了後供試体を反転させ、もう一方の切り欠き部への載荷を行った。供試体は切り欠き部の補強筋形状を図-5に示す2種類とし、配筋の影響を確認した。供試体(その1)はPC板の支持部の鉄筋を主げた上フランジ付け根側から伸ばした鉄筋と橋軸方向の鉄筋で構成されている。一方、供試体(その2)は鉄筋が不連続とならないようにコの字型に

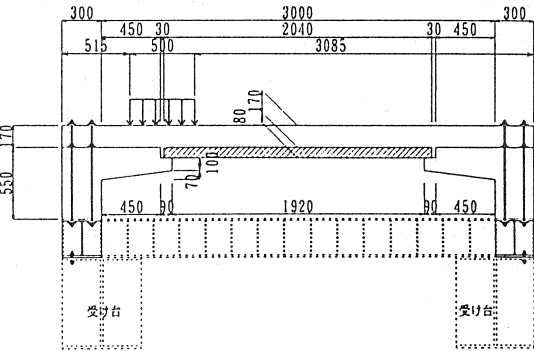


図-3 繰り返し載荷供試体の形状と載荷位置

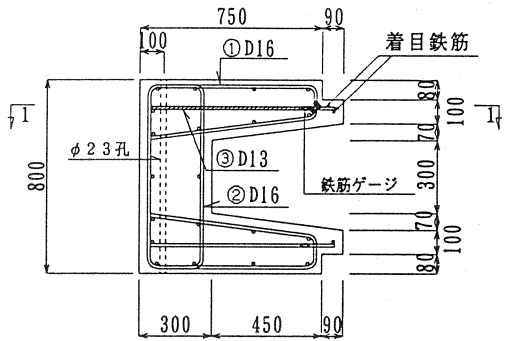


図-4 切り欠き部供試体の形状

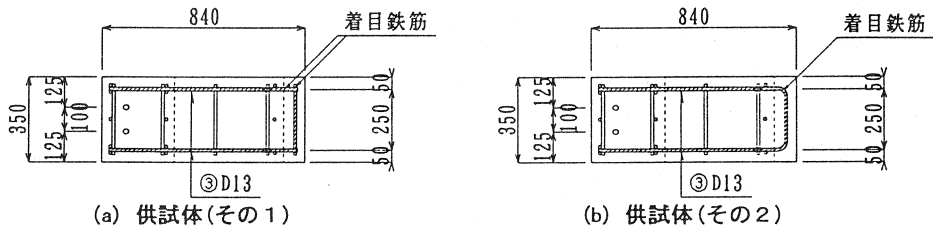


図-5 切り欠き部補強筋配筋図(1-1断面)

加工した鉄筋形状としている。載荷幅は本構造で標準的にPC板を配置した場合のかりり長である60mmと、主げたの横ぞりやPC板の寸法誤差によりかりり長が減少した場合の25mmの2種類とし破壊状況を確認した。

4. 研究結果

4.1 輪荷重走行試験

図-6に荷重の段階載荷と供試体中央部のたわみの進行状況を示す。除荷時たわみは残留たわみ量を表し、載荷時たわみは測定時の荷重レベルで供試体中央部に載荷した場合のたわみ量を表している。このため、荷重が段階的に増加する点(4万回ごと)においては載荷時たわみも増加している。

RC床版の載荷時たわみは終局破壊の直前までは比較的穏やかな増加となっており、約5mmを越えた時点から急激に増加している。一方、PC合成床版については載荷回数30~40万回(載荷荷重30tf以上)でたわみの勾配が次第に大きくなり、48万回を越えた時点(載荷荷重40tf)で、たわみは3mmを越え急激に増加し終局を迎えている。これはRC部上面への最初のひびわれ発生が24.6万回程度(載荷荷重28tf)中央のPC板下面の最初のひびわれ発生が33万回程度(載荷荷重32tf)で発生していることからそれと前後したたわみの勾配も変化したと考えられる。

除荷時たわみは載荷時のそれに比べ、RC床版では1/2程度になっているのに対しPC合成床版では終局破壊寸前までたわみはほぼ0であることから、載荷時にたわみが生じても除荷時にはプレストレスの効果で復元したことによるものと考えられる。

終局破壊は、RC床版では25.5万回(28tf時)に、PC合成床版では51.2万回(40tf時)に、どちらの供試体も押し抜きせん断によって生じた。RC床版は実橋で載荷される可能性のある16tf~20tf程度の荷重で主要なひびわれが発生しているのに対し、PC合成床版においては実橋ではほとんど載荷されないと考えられる28tf程度以上という荷重まで目視できる位置にひびわれが発生していないことから、実橋では耐久性上ほとんど問題はないと考えられる。

次に、供試体下面のひびわれ密度(除荷時)を図-7に示す。図-7はCCDカメラの撮影範囲である80cm×80cmの範囲のひびわれを対象としており、RC床版は早い時期に残留ひびわれの進展が見られるのに対し、PC合成床版は破壊直前までひびわれの発生は見られない。一方、CCDカメラの撮影範囲以外では、PC合成床版の最初のひびわれは28tf載荷時に床版上面のPC板継目位置に沿って発生し、32tf載荷時にはPC板中央付近に床版支間方向のひびわれと橋軸方向のひびわれがほぼ同時期に生じたが、それ以後終局破壊時までひびわれの進展は僅かであった。終局破壊時にはPC板に多数の橋軸方向ひびわれが発生した。この段階では輪荷重の載荷に伴いPC板継目部から微細なコンクリート粉が吹き出しており、PC板とRC部が分離していることが予想され、試験終了時に行った供試体の切断により打継目のひびわれを確認した。

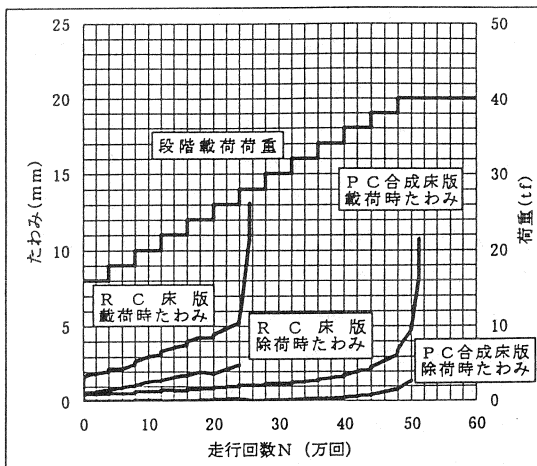


図-6 段階載荷と床版のたわみ

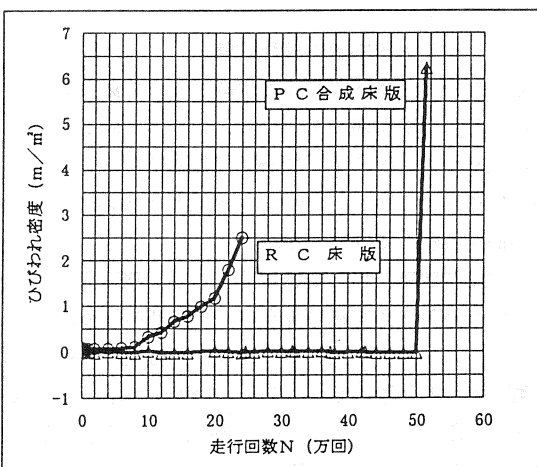


図-7 ひびわれ密度

4.2 切り欠き部耐久性確認試験

図-3に示す荷重状態に対し、PC板下面の床版支間方向の計算、実測応力度分布を図-8に示す。実測応力度は繰り返し荷重前および100万回、200万回荷重時に行った10tfの静的荷重時のひずみ値から、計算応力度はFEM解析から求めた。この図から静的荷重時の実測応力度分布は計算応力度とほぼ一致している。また、100万回および200万回繰り返し荷重後に行った静的荷重時実測応力度は繰り返し荷重前の静的荷重時実測応力度と比較しほとんど変化していない。さらに200万回荷重後のひびわれ観察結果から、部分的にひびわれは生じたものの供試体の全幅にわたるひびわれは発生しなかったことも考慮すると、繰り返し荷重試験中に有害なひびわれは発生していなかったと考えられる。

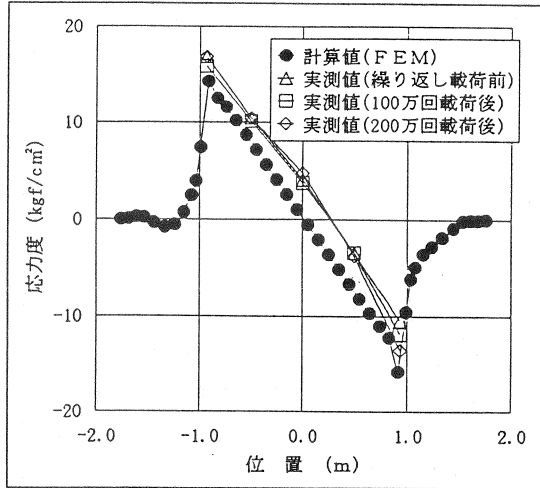


図-8 応力度分布図

表-2 試験結果および安全率

供試体	かかり長	施工荷重	せん断ひびわれ発生荷重	安全率
供試体(その1)	60mm	0.277tf	4.20tf	15.2
	25mm		3.51tf	12.7
供試体(その2)	60mm		4.50tf	16.2
	25mm		3.08tf	11.1

4.3 切り欠き部耐力確認試験

図-5の供試体への荷重試験結果および施工荷重に対する安全率を表-2に示す。ここで、施工荷重は8cm厚のPC板自重、17cm厚の現場打ちコンクリート重量および150kgf/cm²の作業荷重と供試体幅350mmを考慮して計算した。

供試体の鉄筋形状の影響に関しては、破壊荷重についてはほぼ同様の結果となった。しかし、破壊性状についてはかかり長25mmの場合のコの字型の補強筋形状とした供試体(その2)は無筋部分が剥落し終局破壊となった。これは切り欠き部の補強筋が結束線のみで固定された供試体(その1)に比べて、供試体(その2)の補強筋は1本の連続した鉄筋のため大きな応力を負担でき、ひびわれはかぶり部分に沿って伸長したことによると考えられる。PC板のかかり長の影響に関しては、かかり長25mmではかかり長60mmに比べ耐力は低下するものの、10倍以上の安全率を確保していることが確認された。ただし、かかり長が小さい場合には施工時や地震時等にPC板が支持部から外れて落下する危険が生じるので、実橋における最小かかり長の規定値は支持部の耐力からだけでなく施工性や安全性も考慮して決定する必要があると考えられる。

5. 結論

以上3種類の実験結果から以下の点が確認された。

- 1) 輪荷重走行試験によりPC合成床版は平成5年の道示に従って製作されたRC床版と比較し、非常に大きな耐久性を有しており、PC板の継目部の存在は実用上弱点とは考えにくい。
- 2) 切り欠き部耐久性確認試験から、主げた上フランジ切り欠き部は十分な荷重を加えた繰り返し荷重後も健全な状態であることから、完成系において十分な耐久性を有していると考えられる。
- 3) 切り欠き部耐力確認試験から、主げた切り欠き部のせん断破壊荷重は施工荷重に対し十分な安全率を有していると考えられる。

6. あとがき

建設省土木研究所とPC建協では、本年度は床版厚を減少させたPC合成床版の耐久性に関する実験および合成げた橋の結合面に配置するずれ止め鉄筋量に関する実験を継続中である。