

(40) プレキャストPC版を用いた急速打ち替え床版の合成作用について

九州工業大学	正会員	渡辺 明
九州工業大学	正会員	○出光 隆
九州産業大学	正会員	山崎竹博
国際建設技術協会	正会員	針貝武紀

1 まえがき

近年、予想を上まわる交通量の増大および車両の大型化にともない、橋梁床版コンクリートのひびわれ損傷が進み、打ち替えざるを得なくなっているものが急増している。それらの工事に当っては、交通の流れを止めることが困難な場合が多く、一方の路線を開放し、他方を補修することになる。したがって、工期短縮型の作業性良好な工法が望まれる。この現状にそくした安全・迅速工法として、筆者らはプレキャストPC版を並べて縦締めし、さらに、それらと主桁フランジとを高張力ボルトで連結する工法（以下、「プレキャストPC床版工法」と呼ぶ）を考案し、実橋に適用した。実施例は非合成として設計されたものであるが、主桁とPC床版との間には早強性無収縮モルタルを注入するなど、連結には十分注意を払っているので、両者一体として挙動するものと考えられた。そこで、工事開始前および工事終了後において載荷試験を行い、床版打ち替えの効果を調べるとともに、合成効果についても検討した。

2. プレキャストPC床版工法の概略

新工法を適用したゲルバー橋（非合成桁）を図-1に示す。橋梁の断面図および新工法による中央主桁上の接合部の詳細図をそれぞれ図-2、3に示す。工事の手順は以下の通りである。

- 1) 片側車線の旧RC床版を解体する。
- 2) 主桁上フランジにプレキャストPC版セット用金具を溶接する。
- 3) 主桁上にPC版を並べる。PC版の寸法は $424 \times 199 \times 18$ cmであり、II種PC単純版として設計されている。
- 4) 橋軸直角方向の鉛直目地（横目地）に超早強無収縮モルタルを注入し、硬化後ポストテンション方式により橋軸方向にプレストレスを導入する。下縁コンクリート応力は 51 kgf/cm^2 である。緊張材にはシングルストランド $\phi 21.8$ mmを6本用いる。
- 5) 主桁フランジとPC床版の隙間にモルタルを注入し、硬化後高張力ボルトを用いて両者を連結する。（ボルト以外にずれ止めの対策は講じていない）
- 6) 地覆・高欄を打設した後、アスファルト舗装を行い、その車線の交通を開始する。
- 7) 残りの車線にも同様にPC床版を架設した

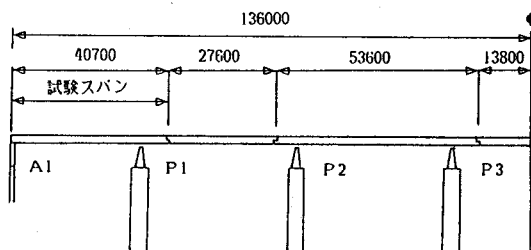


図-1 実橋概略図

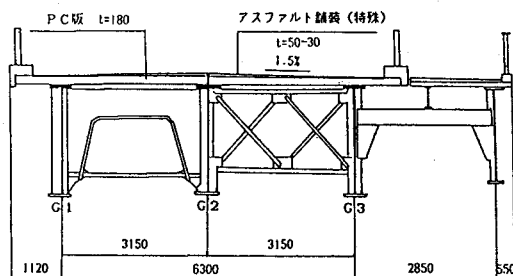


図-2 実橋断面図

後、中央主桁上で連結鋼版を溶接しモルタルを注入して両者を接合する。

なお、P C床版はそれぞれ1スパンの単純版として設計されているから、主桁上で負の曲げモーメントを負担する必要はないが、ひびわれ抑止の目的でR C連続版とみなして鋼材量を求め、補強した。

3. 載荷試験方法

打ち替え前の旧R C床版および打ち替え後の新P C床版の各場合について載荷試験を実施した。荷重には砂利を満載した20tダンプトラック2台を使用した。載荷状態は試験区間に正および負の曲げモーメントが作用するように配慮し、図-4に示す6ケースとした。測定項目を以下に示す。

- 1) 床版のたわみ(橋軸直角方向・スパン中央断面)
- 2) 床版のひずみ(スパン中央断面、P1橋脚上)
- 3) 主桁のたわみ
- 4) 主桁のひずみ(スパン中央断面)
- 5) 高張力ボルトのひずみ(スパン中央、P1橋脚上で各4本)

4. 載荷試験結果および考察

4.1 新・旧床版の比較

旧R C床版の設計書は床版厚18cm、コンクリート舗装厚5cmとなっていたが、実際にはそれらの値はそれぞれ21.5cm、5.5mmであった。また、主として橋軸直角方向のひびわれが多数発生しており、表面でのひびわれ幅は0.3mm程度まで達していた。

表-1にスパン中央断面での新・旧床版の最大たわみ量を示す。新P C床版の補正值は版厚が旧R C床版のそれと等しいと考えた場合の値である。()内の値は旧床版に対する比を示す。厚さ一定の条件下では、新P C床版のたわみは打ち替え前の74%となっている。旧床版では舗装コンクリートも床版と一体となって働いていると考えられるから、両者の差は実際にはさらに大きく、床版の剛性は十分に改善されているものと判断される。図-5は新P C床版について、スパン中央断面における橋軸直角方向の下縁コンクリートひずみ分布を示したものである。載荷状態はL-N o. 1である。中央主桁部に引張ひずみが生じており、明らかに連続床版として挙動している。

橋軸方向の連続性についても横目地上にゲージを貼布して調べた。その結果、横目地上のひずみと

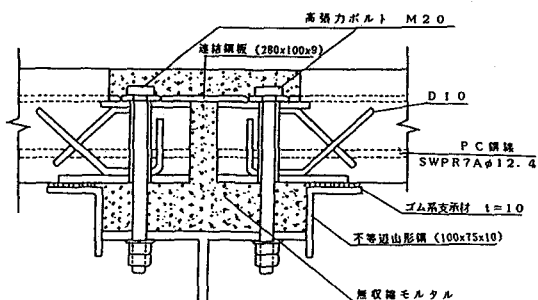


図-3 中央主桁上接合部詳細図

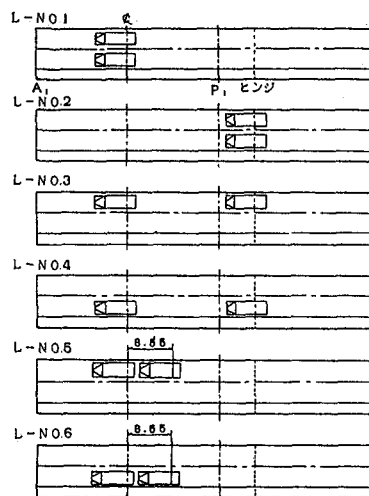


図-4 載荷状態

表-1 新・旧床版のたわみ

(mm)

床版種類 載荷状態	旧 R C 床版	新 P C 床版	
		測定値	補正值
L-N o. 1	0.21 (1.00)	0.25	0.15 (0.71)
L-N o. 3	0.31 (1.00)	0.43	0.25 (0.81)
L-N o. 4	0.17 (1.00)	0.20	0.12 (0.71)
L-N o. 5	0.37 (1.00)	0.61	0.30 (0.81)
L-N o. 6	0.17 (1.00)	0.18	0.11 (0.65)
平均	(1.00)		(0.74)

PC版コンクリート部のそれとがほとんど連続的に変化しており、縦締めにより完全に一体化していることが確かめられた。

4. 2 活荷重による高張力ボルトの変動応力

高張力ボルトの変動応力は、締付け力の経時変化を測定する目的で、スパン中央およびP1橋脚上のボルト各4本に貼布しておいたひずみゲージを用いて測定した。

L-No. 1~No. 7までの载荷で、変動応力の最大値は 130 kgf/cm^2 であった。その後、交通開始後も測定を続けたが最大応力の変動は 300 kgf/cm^2 であり、疲労に対する安全性は十分と判断される。図-6はひずみの経時変化を約400日にわたって測定した結果である。

当初 $2700 \sim 2800 \mu$ のひずみが約30~35%減少して $1730 \sim 2190 \mu$ となっている。締付け力に換算すると、当初の 18 tf が約 12 tf に減少したことになる。

4. 3 床版打ち替えの主桁への影響

(A) たわみの変化

L-No. 1、L-No. 2の载荷状態で、それぞれ主桁G1、G2、G3のスパン中央におけるたわみ量を測定した。その結果を表-2および3に示す。旧RC床版、

片側施工時および新PC床版のいずれの場合も、測定値は合成桁としての計算値よりも若干小さくなっており、非合成として設計されているにもかかわらず合成桁としての挙動をしていることが分る。旧RC床版の場合、先にも述べたように床版厚が設計より 3.5 cm も大きくなっていること、また、 5.5 cm 厚さのコンクリート舗装も有効に働いていることなどを考慮し、同表の値を、床版が設計通り 18 cm であったものとして補正すると、約15%増しの値となり、合成桁としての計算値を少し上まわることとなる。すなわち、旧RC床版の場合は、ひびわれ発生等の影響も含めて、合成効果は新PC床版に比べて若干劣るようである。新PC床版の場合は、床版と主桁上フランジとは高張力ボルトで締付けられているため、合成桁として挙動している。

(B) ひずみ分布の変化

旧RC床版と新PC床版の各場合について、スパン中央断面における主桁のひずみ分布を測定し、図-7に示す。いずれの载荷状態でも合成桁としての計算値にほぼ近いひずみ分布が得られている。

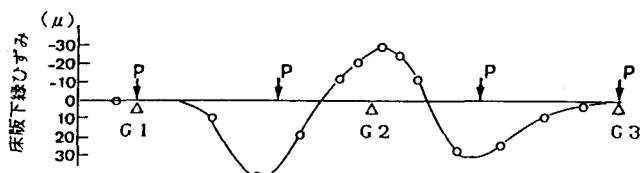


図-5 PC床版下面コンクリートひずみ

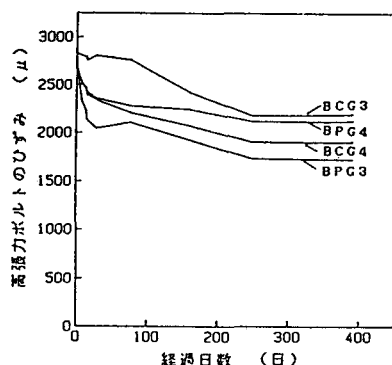


図-6 高張力ボルトひずみの経時変化

表-2 主桁のたわみ (L-No. 1、スパン中央) (mm)

	G1	G2	G3	平均
非合成桁としての計算値	19.3	16.0	12.6	15.97 (2.39)
合成桁としての計算値	8.1	7.2	6.3	7.20 (1.08)
旧RC床版 測定値	7.1	6.7	6.2	6.67 (1.00)
片側施工時 測定値	6.6	6.1	5.6	6.10 (0.92)
新PC床版 測定値	6.7	6.4	5.7	6.27 (0.94)

表-3 主桁のたわみ (L-No. 2、スパン中央) (mm)

	G1	G2	G3	平均
非合成桁としての計算値	-9.9	-8.1	-6.2	-8.07 (2.52)
合成桁としての計算値	-4.0	-3.6	-3.1	-3.57 (1.11)
旧RC床版 測定値	-3.3	-3.2	-3.1	-3.20 (1.00)
片側施工時 測定値	-3.0	-3.0	-2.9	-2.97 (0.93)
新PC床版 測定値	-2.9	-2.8	-2.4	-2.70 (0.84)

ただし()内は旧RC床版のたわみに対する比である。

しかしながら、詳細に検討してみると旧RC床版の場合、主桁のひずみと床版下面のコンクリートのひずみとが明らかに不連続となっているのに対し、新PC床版の場合は両者がほとんど連続的に変化している。さらに、負の曲げモーメントを受けるL-No. 2 載荷の場合、旧RC床版では中立軸位置は合成桁としての計算値よりかなり下にあるが、新PC床版では、ほとんど計算値と一致している。これらのことから、新PC床版は十分合成桁として挙動していることが確かめられた。また本工法では、プレストレスを橋軸方向にも導入しているため、主桁が負の曲げモーメントを受ける場合でも、コンクリート断面を考慮に入れた合成桁としての設計が可能と考えられる。

5. 高張力ボルトによる締付け力の合成効果への影響

本実施例は合成桁ではないので、本来ずれ止めの設計は必要ではない。しかしながら、プレキャスト部材を主桁上に並べ、縦締めしただけでは、現場

打ちコンクリートを打設した旧RC床版に比べて緊密さに欠ける。そこで、床版と主桁との間にある程度の一体性を期待して、高張力ボルトで締付ける構造としたところ、載荷試験結果から分るように、主桁と床版との合成効果を期待できることが明らかとなった。本工法では高張力ボルト以外のずれ止め対策は講じていないので、ボルトの締付け力によって生じた摩擦力が、せん断抵抗に大きな役割を果たしていると考えられる。4. 2で述べたように、ボルトの締付け力は当初の18tfから、約30～35%減少して12～13tfでほぼ一定となる。鋼材とコンクリート（モルタル）との摩擦係数をどの程度の値にとるかは問題であるが、いま仮に、0.5と仮定すると摩擦力だけで6～6.5tfのせん断力を分担できることになる。この値は、通常用いられるスタッドの2～3本分のせん断耐力に相当する。この他に、ボルト自身のせん断抵抗も期待できる。

6. まとめ

現在、示方書では床版のコンクリートと鋼桁フランジとの付着力は無視されているが、以上の結果から、両者の間が緊密でかつボルトなどを用いて確実に締付けられている場合は、それによる摩擦抵抗力をせん断耐力に加えても良いのではないかと考えられる。しかしながら、これまで述べた載荷試験で、主桁と床版との間に作用するせん断力は、実橋で実際に生じる値よりかなり小さいものと考えられる。したがって、実橋程度の大きなせん断力が作用する場合でも、締付け力が有効に働くか否かの検討が必要である。現在、模型合成桁を製作して載荷試験を実施している。

(参考文献) 1) 渡辺 明・出光 隆・江本幸雄 「プレキャストPC床版接合部の耐疲労性」

土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 昭和60年2月

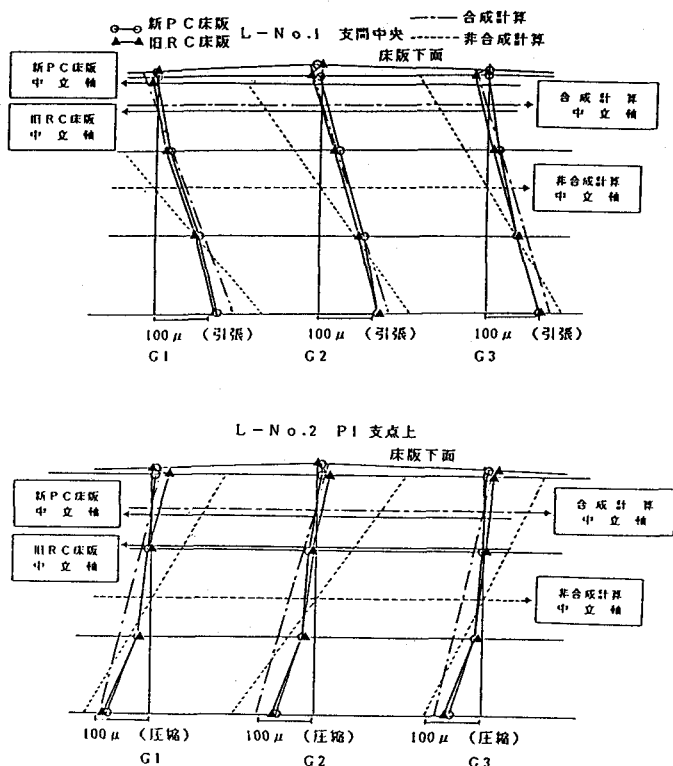


図-7 主桁のひずみ分布

(床版下面コンクリートを含む)