

(42) PC合成床版工法のPC連続合成桁橋への適用
 (PC合成床版の模型実験報告について)

福岡大学工学部 土木工学科 助教授 正会員 江本 幸雄
 日本道路公団 福岡建設局 吉岡 博幸
 (株) 富士ビー・エス 正会員 白木 秀彦
 同 上 ○ 堤 忠彦

1. はじめに

PC連続合成桁橋の床版は、通常場所打ちコンクリートとして施工されているが、その場合桁間に支保工や型枠を設置しなければならず、特に中間支点付近の一次床版には、連続PC鋼材の定着突起を床版下面に設けるため、作業が著しく煩雑となり、作業日数も長期化し、必ずしも平易な工法とは言えなかった。

今回、大分自動車道机張原橋工事において、このような課題を解決する試みとして、床版に型枠兼用のPC版を用いたPC合成床版工法を採用した。机張原橋は、大分自動車道の大分IC近くに架る橋梁で、上下線PC3径間連続合成桁3連よりなる橋長311.4^mの橋梁である。本橋の下り線においてPC合成床版工法が採用された。

PC合成床版工法は、施工現場での省力化、迅速化、安全性の向上が期待できる合理的な工法であり、またRC床版より、ひび割れ耐力が大きいという利点がある。

プレキャストPC板と、場所打ちコンクリートとの合成床版工法は、これまで土木学会や大学等により、耐荷重性、耐久性等についての高い信頼性が得られており、単純合成桁橋、鋼板桁橋の床版打替え工事等に採用されてきた。

しかし、本工法をPC連続合成桁橋に適用するに当たっては、いくつかの課題が考えられた。そこで連続合成桁橋における、PC合成床版の挙動を解明し、以下の諸点を確認するため、モデル供試体を製作し、静的試験及び、疲労試験を実施したものである。

- (1)床版の橋軸方向に一次床版プレストレスを導入することによる、PC板と場所打ちコンクリートとの水平打ち打継面での付着性状。
- (2)一次、二次床版境界部のケーブル定着部近傍の挙動と、PC合成床版の合成効果及びPC板突合せ継目の性状。
- (3)繰り返し載荷(200万回)による耐力の変化。
- (4)定着具周辺の適切な構造細目の確認。

図-1には、PC連続合成桁において、従来のRC床版で施工した場合の床版下縁突起定着方式と、PC合成床版で施工した場合の床版面内定着方式との比較図を示す。

(1) 床版面内定着方式

(2) 床版下縁突起定着方式

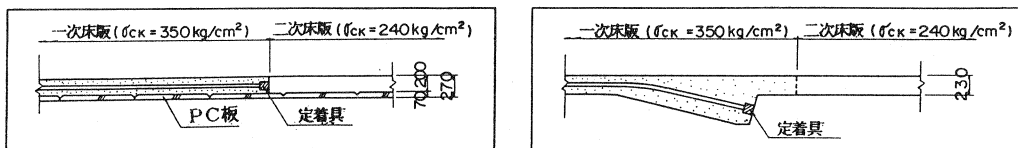


図-1 定着方式の比較

2. 実験概要

実験は、実橋の中間床版のうち、一次、二次床版境界部のケーブル定着具付近を模した形の供試体を使用し、所定のプレストレスを導入したのち、スパン中央付近に設計輪荷重相当の荷重を静的あるいは動的に載荷し、各測定位置でのひずみを測定したものである。

3. 供試体の形状寸法及び材料特性

実験に用いた供試体を図-2aに示す。

床版厚は、床版上縁からの鉄筋のかぶり30mmを確保し、かつ、一次床版ケーブル定着具の縁端距離100mmを確保するため、場所打ちコンクリート厚200mm、PC板厚70mmとし、合計PC合成床版厚を270mmとした。

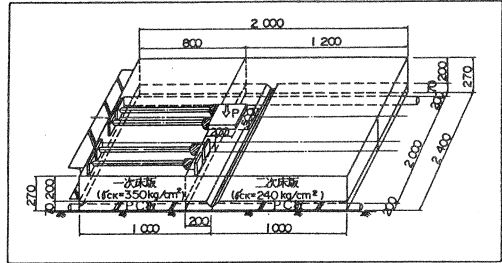


図-2a 供試体寸法

また、供試体の表面形状は2000*2400であり、支間を2000mmとしている。実橋では、一次床版部に導入される導入直後のプレストレスは、12φ7で44.3t/本であるため、供試体は、この緊張力と同じプレストレスをSBPR 80/95 φ32で導入した。

供試体の種類は、一次床版ケーブル定着部の水平打継面に対する補強の必要性の有無を調べるため、PC板に補強筋を配置したものと配置しないものを2種類製作した。供試体の種類を以下に示す。

図-2b 静的試験供試体 2体

- Aタイプ：PC板に定着部補強あり
- Bタイプ：PC板に定着部補強なし

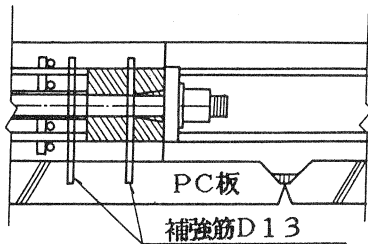


図-2c 動的試験供試体 2体

- Aタイプ：PC板に定着部補強あり
- Bタイプ：PC板に定着部補強なし

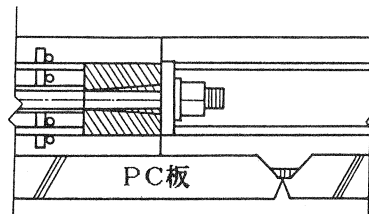


表-1、表-2に、供試体に用いたPC板及び場所打ちコンクリートの強度と弾性係数を示す。

表-1 PC板

	強度(kg/cm ²)	弾性係数(kg/cm ²)
28日	528	3.7 x 10 ⁵

表-2 場所打ちコンクリート

		強度(kg/cm ²)	弾性係数(kg/cm ²)
プレストレス導入時	一次床版	296	2.7 x 10 ⁵
	二次床版	—	—
輪荷重時	一次床版	401	2.8 x 10 ⁵
	二次床版	288	2.7 x 10 ⁵

4. 載荷方法及び測定項目

静的試験の載荷方法は、設計曲げモーメント相当荷重 6.1t、設計輪荷重 9.6tまで載荷後、最大 80tまで順次載荷した。動的試験については、載荷振幅 0.5t~9.6tで200万回繰り返して載荷した。

載荷位置は、スパン中央付近の一次、二次床版打継ぎ部とし、載荷幅は200mm*500mmとした。測定項

目は、たわみ、コンクリートと鉄筋のひずみ及びPC板継目部の変位等とした。

測定位置を図-3、PC合成床版の載荷装置を写真-1に示す。

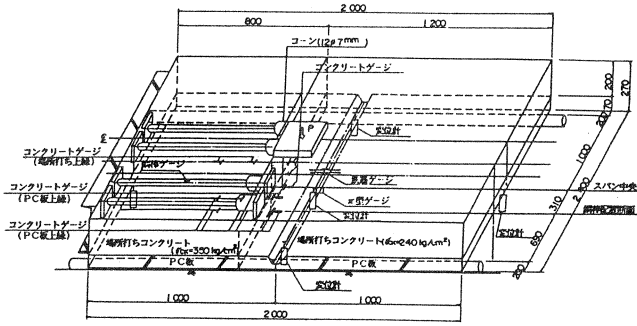


図-3 測定位置

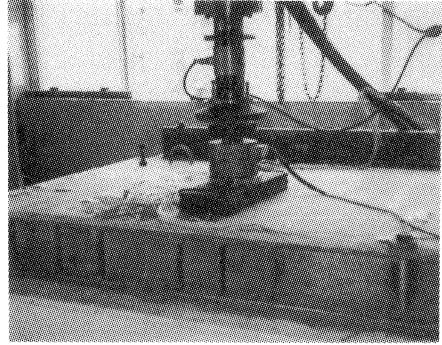


写真-1 載荷装置

5. PC板と場所打ちコンクリートの付着性状

PC合成床版の橋軸方向にプレストレス($P=44.3^t \times 4$ 本)を導入した場合の、PC板と場所打ちコンクリートの水平打継面の付着性状について検討した。

図-4にはプレストレス力とPC板上縁のひずみとの関係を示す。

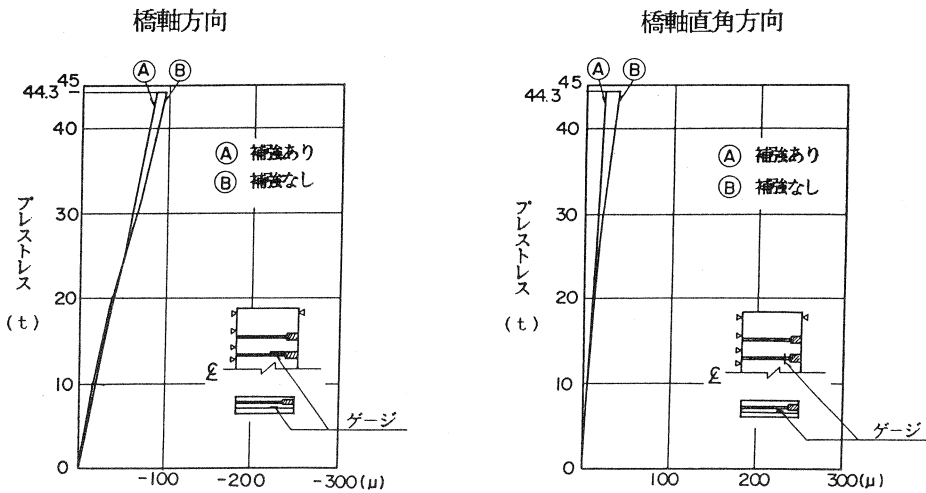


図-4 PC板上縁のコンクリートひずみ

一次床版プレストレス導入時においては、A、B供試体ともプレストレスとPC板ひずみとの関係は、直線分布をしており、場所打ちコンクリートとPC板との付着は、一次床版プレストレスによっては問題ないと考えられる。

プレストレス $P=44.3^t$ を導入した時のひずみは、橋軸方向でA、Bタイプとも約 -90μ 程度、橋軸直角方向で約 20μ 程度であり、応力度に換算すると橋軸方向で約 33kg/cm^2 橋軸直角方向で -1kg/cm^2 程度となっている。A、Bタイプとも、ほぼ同等の値を示していることから、PC板に配置した補強筋の効果は明らかではなく、又、実橋においては、定着具を取り巻く形でスパイラル筋を配置することとし、施工性を考慮して、PC板には補強をしないものとした。

6. 一次床版プレストレスによる応力度分布

PC合成床版の一次床版部にプレストレスを導入したとき、定着具背面の応力度分布を二次元と三次元のFEM解析を行い、供試体の実測値と解析値の比較を行った。図-5には二次元FEM解析の要素分割を示し、図-6には、定着具近傍の実測値と解析値の応力度を示す。実測値と解析値は、ほぼ同等の応力度を示し、実測値は場所打ちコンクリート上縁で 58.9kg/cm^2 、PC板上縁で 34kg/cm^2 、PC板下縁で 10kg/cm^2 の圧縮応力度を示した。



図-5 要素分割(2次元FEM解析)

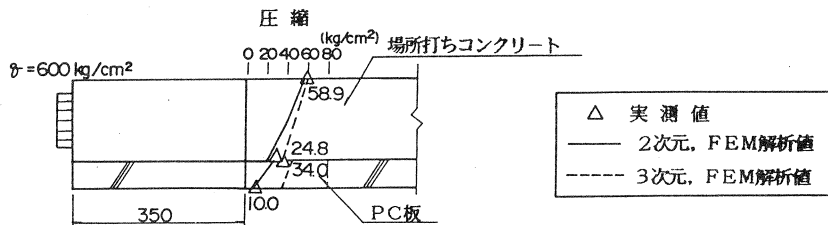


図-6 プレストレスによる応力度分布

7. 一次床版プレストレスと輪荷重による応力度分布(図-7)

図-7aには、一次床版部にプレストレスが導入されている供試体に輪荷重を $N=1$ 回及び $N=200$ 万回載荷した場合の場所打ちコンクリート上縁の応力度を支間中央断面と鋼棒定着断面について示す。応力度は一次床版プレストレスによる応力度と輪荷重による応力度の合成応力度で表す。

同図より、 $N=1$ 回載荷時には、実測値は解析値とほぼ等しい値を示しており、橋軸方向で最大 65kg/cm^2 の圧縮応力度と橋軸直角方向に -5kg/cm^2 の引張力が生じている。 $N=200$ 万回載荷後は応力度分布に多少ばらつきを生じているが、橋軸方向の圧縮応力度の増加も 5kg/cm^2 程度と小さく、また橋軸直角方向の応力度も各測定断面で圧縮応力となり、その値も小さい。目視観察した結果においても場所打ちコンクリート上縁にひび割れは、観察されなかった。

図-7bには、輪荷重を $N=1$ 回載荷した場合と、 $N=200$ 万回載荷した場合のPC板上縁の応力度を示す。PC板上縁の応力度も $N=1$ 回載荷時においては、実測値と解析値はほぼ等しい値を示した。 $N=200$ 万回載荷後の応力度は、定着具近傍で多少ばらつきを生じているが、橋軸方向には最大でも 70kg/cm^2 程度の圧縮応力であり、問題ない値であった。橋軸直角方向には定着具近傍で -20kg/cm^2 の引張力が生じているが、PC板には橋軸直角方向にプレストレスが 54kg/cm^2 導入されている為問題ないと考えられる。

図-7 プレストレスと輪荷重による応力度

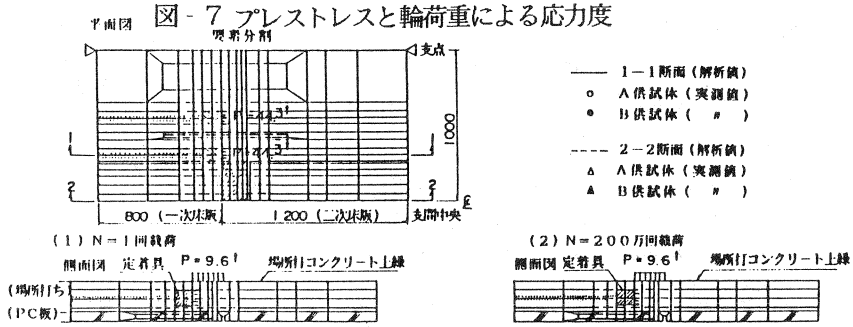
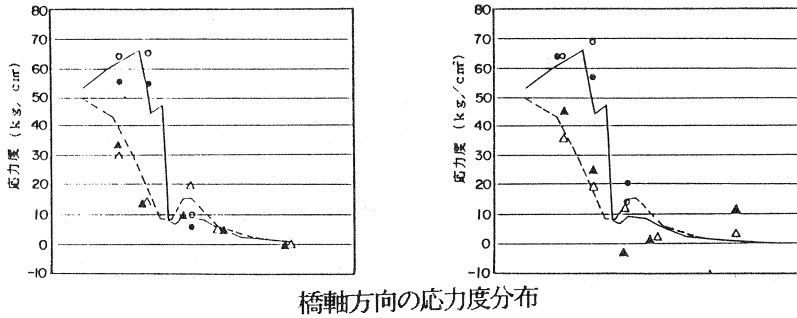
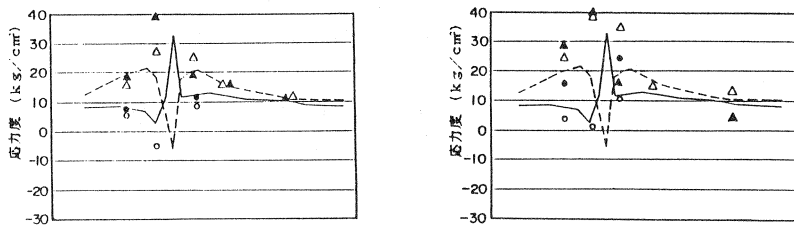


図-7 a
場所打ち上縁

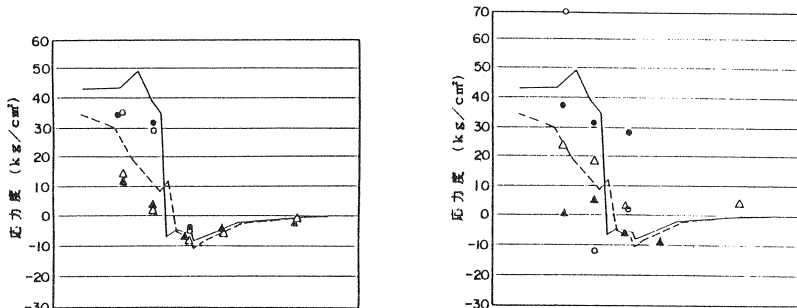


橋軸方向の応力度分布

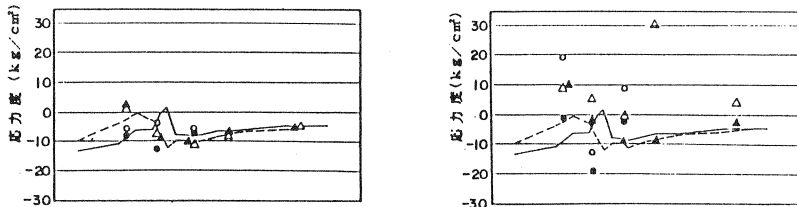


橋軸直角方向の応力度分布

図-7 b
PC板上縁



橋軸方向の応力度分布



橋軸直角方向の応力度分布

8. PC合成床版の耐力

200万回疲労試験後の荷重と橋軸方向鉄筋ひずみとの関係を図-8に示す。載荷荷重が22tまではA B供試体ともに弾性ひずみを示しており、このときの鉄筋の応力度は、A供試体で90kg/cm²、B供試体で44kg/cm²と非常に小さい値を示した。さらに荷重を増加させ、P=55t 載荷したとき、ひびわれが橋軸方向に目視で観察された。この値は、設計輪荷重の6.2倍でありPC合成床版の合成効果は十分発揮されていることが明らかである。

9. おわりに

本実験により得られた成果を要約すれば以下のとおりである。 図-8 橋軸方向鉄筋のひずみ

(1)PC合成床版の場所打ちコンクリート部の面内に定着具を設置し、橋軸方向に所定のプレストレスを導入した場合、PC板上縁のコンクリートのひずみは直線的に変化し、またその値も小さいため、場所打ちコンクリートとPC板の水平打ち継ぎ面の付着性状は問題ないと考えられる。

(2)緊張力が一次床版の場所打ちコンクリート部に導入されているPC合成床版に、輪荷重9.6tを200万回繰り返し載荷しても、ケーブル定着部の場所打ちコンクリート上縁、及びPC板上縁の応力度の増加は小さく、また目視観察した結果においてもひびわれは発生していなかった。

(3)疲労試験後、PC合成床版の橋軸方向鉄筋のひずみを測定した結果、N = 1回載荷した時のひずみ量からの増加量は小さく、ひびわれ発生荷重もほぼ同等の値であるため、200万回繰り返し載荷による耐力の低下は小さいものと考えられる。

最後に、本実験と合わせ現在、実橋での試験を計画中であり、その結果により、PC合成床版の挙動をさらに深く解明し、今後、広く本実験の成果が実施工に反映されることを期待するものである。

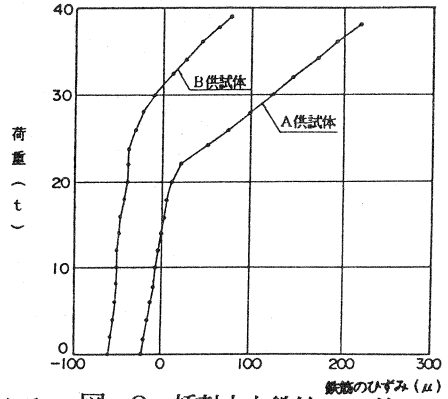


図-8 橋軸方向鉄筋のひずみ