

CS-181 PC 床版合成 2 主桁橋の床版施工時における鋼桁－床版結合部応力測定

川崎重工業 正会員 ○鹿島孝之, 猪本真, 大垣賀津雄, 山本晃久
 日本道路公団 田村陽司, 川尻克利
 長岡技術科学大学 正会員 長井正嗣

1. はじめに

近年, 中小スパンの橋梁において, 経済性・耐久性を目指した有力な橋梁構造形式の一つとして, PC 床版を有する 2 主桁橋の建設が関係各所で進められている。これまで施工された PC 床版 2 主桁橋では, 床版施工完了後ハンチ部にひび割れが生じたり, フランジと床版との界面に剥離が生じたりする事例が見られた。

このような問題を鑑み, PC 床版を有する合成 2 主桁橋である千鳥の沢川橋の床版施工時において, 横締め PC 鋼線軸力導入時や壁高欄施工時に着目し, スタッドや床版ハンチ部などの応力測定を実施した。本文はこれら計測結果と FEM 解析とから, 上記損傷原因をほぼ特定したことと, 千鳥の沢川橋で施した対策を示すものである。

2. 損傷事例

A 橋の損傷事例を図-1 a) に示す。主桁間の中間横桁位置の床版ハンチ部で橋軸方向に部分的なひび割れが生じた。このような部分損傷については, 厚板の上フランジに対しても, 従来通り上フランジ下面からハンチを立ち上げていたため, 部分的に無筋状態となっていたことが原因の一つと考えられ, B 橋では上フランジ上面からハンチを立ち上げ, ハンチ筋を一定として, ひび割れを発生させる力に抵抗できるように構造を変更した。しかしながら, 同図 b) に示すように, 主桁間の中間横桁位置で上フランジと床版の界面に剥離が生じた。

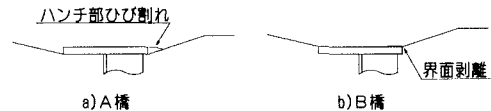


図-1 損傷事例

3. 床版施工方法と計測項目

(1) 床版施工方法

図-2 に計測時における床版施工フローを示す。床版打設後 PC 軸力を導入するまで型枠の移動ができないため, 床版下面にゲージを貼付けることができない。そこで, 計測点付近の PC 鋼線 3 本を引き残した状態で型枠移動および床版下面ゲージの貼付けを行い, その後 3 本のみ軸力を導入し計測を行った。また, 壁高欄の施工前および施工後の計測を行い発生応力を確認した。

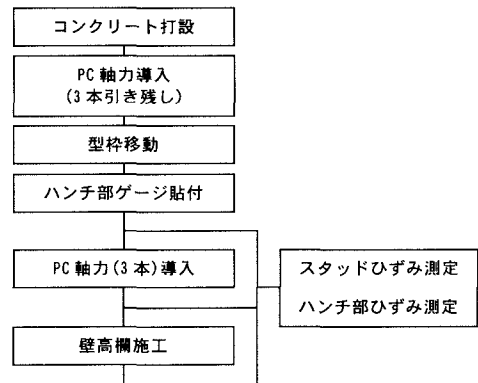


図-2 施工フロー

(2) 計測項目

P 3 支点から P 2 側に一番目の中間横桁位置 (C17) において, 床版ハンチ部および頭付スタッドに着目して計測を行った。図-3 に示すように, ハンチ部は橋軸直角方向の応力分布がわかるように 1 軸ゲージを貼付けた。また, スタッドには軸方向に 1 軸ゲージを表裏に貼付け, 軸力による応力と橋軸直角方向の曲げ応力を評価できるようにした。

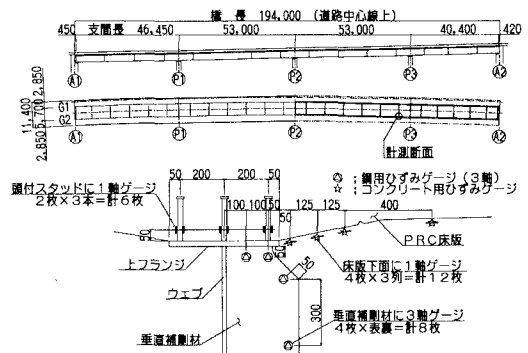


図-3 ゲージ位置図

キーワード：2 主桁橋, 連続合成桁, プレストレス, ひび割れ

連絡先：〒136-8588 東京都江東区南砂 2-6-5 TEL：03-3615-5135 FAX：03-3615-6988

4. FEM解析と計測結果の比較

(1) FEM解析

本FEM解析は、計測を行ったC17廻りに着目している。図-4に解析モデルを示すが、断面の中央までをモデル化し、断面中央に対称条件を設けている。床版はソリッド要素、主桁および横桁はシェル要素、PC鋼線は棒要素でモデル化した。PC導入力、棒要素にPC導入力相当の温度荷重を与えることにより評価した。また、上フランジ上面にはギャップ要素を設け、床版と鋼桁間に圧縮力が作用するとき力を伝達させ、引張力の場合は離間させるものとした。

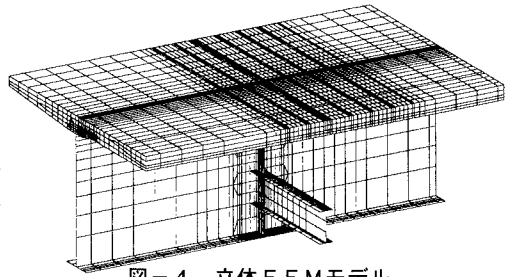


図-4 立体FEMモデル

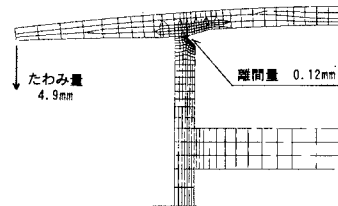


図-5 壁高欄載荷時の断面変形図

(2) 計測結果との比較考察

①スタッド

PC軸力導入および壁高欄施工によるスタッドの発生応力を表-1に示す。同表中、計測値はスタッド1本あたり2枚貼付けしたものの平均値（軸方向応力）を示す。

同表よりPC軸力導入時は計測値もFEMも高々20kgf/cm²程度の小さいものである。一方、壁高欄施工時は、支間側スタッドに比較的大きな引張力が発生している。壁高欄荷重載荷時のFEM解析による断面変形状態を図-5に示すが、支間側の床版-鋼桁間の界面がわずかではあるが離間する結果が得られている。

表-1 頭付スタッドの応力度

スタッド位置	PC軸力導入時		壁高欄施工時	
	計測値	FEM解析値	計測値	FEM解析値
支間側	-4	-17	+261	+721
床版直上	+6	+20	-51	-9
張出側	+4	+8	-117	+15

表-2 床版ハンチ部の応力度

計測位置	横軸方向 Flgから	PC軸力導入時		壁高欄施工時	
		計測値	FEM解析値	計測値	FEM解析値
C17上	50mm	0	0	-25	-7
	150mm	0	0	-9	-9
	250mm	0	0	-7	-12
	750mm	0	3	-9	-13
C17から500mm (A1方向)	50mm	0	0	-17	-9
	150mm	-1	0	+3	-10
	250mm	-1	-1	+3	-12
	750mm	-1	3	-7	-13
C17から1000mm (A1方向)	50mm	+1	1	-29	-10
	150mm	-1	1	-21	-11
	250mm	-1	0	-6	-13
	750mm	-0	1	-12	-13

②床版ハンチ部

同様に、床版ハンチ部の橋軸直角方向発生応力を表-2に示す。同表より、PC軸力導入時にはハンチ部にもほとんど応力が生じないことがわかる。一方、壁高欄施工時には、多少ばらつきがあるものの10～20kgf/cm²程度の圧縮応力が生じている。

5. まとめ

ハンチ部ひび割れや界面剥離の問題は中間横桁位置で見られる現象であるが、これは、一般部の上フランジが荷重作用による床版および主桁の変形に追従するのに対して、横桁位置の上フランジは垂直補剛材や横桁により変形が拘束されるため、垂直補剛材直上位置で応力集中が生じているためと考えられる。

また界面剥離について、PC軸力導入では垂直補剛材直上には圧縮力が作用していることから、剥離の問題はないと考えられる。これに対し、壁高欄荷重では垂直補剛材直上には引張力が作用していることから、界面が剥離するなど損傷が発生するものと考えられる。

以上のことから、千鳥の沢川橋で施した界面剥離の対策は、以下の通りとした。

- ①スタッドをフランジの縁側に配置する。
- ②引抜きに強い長尺のスタッドを採用する。
- ③剥離を起こしても水分が界面に浸透しないように、ハンチ側の上フランジ端部に水膨張型の弾性シール材を床版打設前に先行して設置する。

【参考文献】1)大垣賀津雄、八部順一、済藤英明、長井正嗣：長支間PC床版を有する2主桁橋の鋼桁-床版結合部の挙動に着目した実験研究、JSSC鋼構造論文集、第5巻20号、pp.85～99、1998.12、2)八部順一、山本晃久、大垣賀津雄、済藤英明：連続合成2主桁のずれ止め作用力の簡易計算法、川崎重工技報、139号、pp.49～54、1998。