

連続合成鋼 2 主桁橋プレストレス導入時の床版の応力

日立造船 正会員○塩見 健 日立造船 正会員 数藤久幸
同 上 正会員 松野 進 同 上 正会員 安田和宏
大阪大学 フェロー 松井繁之

1. はじめに

連続合成鋼 2 主桁橋の床版にプレストレスを導入するとその疲労耐久性が飛躍的に向上することは良く知られている。¹⁾ しかし、現場打ち床版にプレストレスを導入した場合の床版内の応力状態については、まだ十分に解明されているとはいえない。本論文では、実橋の 1/2 縮尺模型を用いて、中間支点上床版に CCL 工法による橋軸直角方向プレストレスを導入した場合の模型実験と FEM 解析の結果を報告する。

2. 試験体

試験体は、図 1 に示すように連続合成 2 鋼主桁橋の中間支点を対象にしたもので主桁支間 6 m の標準的な合理化橋の 1/2 縮尺模型で、2 主桁(I 1464 x 400 x19x 9 mm),中間支点上横桁(I 1123 x220x19x9mm),中間横桁 (H 294x200x8x12mm),スタッド(22φ x150mm)及び床版(厚さ 160mm)で構成している。図 2 に床版の詳細を示す。コンクリート圧縮強度は、プレストレス(以下 PS とする)導入時の 6 日材令で 54.7N/mm²であった。橋軸直角方向 PS 導入には、アフターボンドタイプ CCL 工法²⁾を用い、PC 鋼線には SWPR7B-1S12.7 を用いて、床版内に曲線配置した。床版内の A,B,C,D 断面にはひずみゲージ及び変位計を取り付けて計測した。橋軸直角方向初期プレストレス σ_p は、(1)式によって算定した。

$$\sigma_p = \text{Min}(0.8\sigma_{py}, \sigma_{pu}) \quad \dots (1)$$

ここで、

σ_{py} 、 σ_{pu} : PC 鋼材の降伏点 (1600N/mm²)、引張強さ (1900 N/mm²)

PS 導入中の引張力 P_x は摩擦力の作用によって減少するが、その変化を(2)式で求めた。

$$P_x = P_0 \cdot e^{-(\mu\alpha + \lambda\ell)} \quad (\text{kN}) \quad \dots (2)$$

ここで、 μ : ケーブルの曲線配置による摩擦係数(=0.1)

λ : ケーブルの波打ちによる摩擦係数 (=0.003)

キーワード : 連続合成 2 主桁橋、CCL 工法、プレストレス、床版応力、FEM 解析、緊張力管理

連絡先 : 〒551-0022 大阪市大正区船町 2-2-11 TEL06-6551-9239 matsuno@fluid.lab.hitachizosen.co.jp

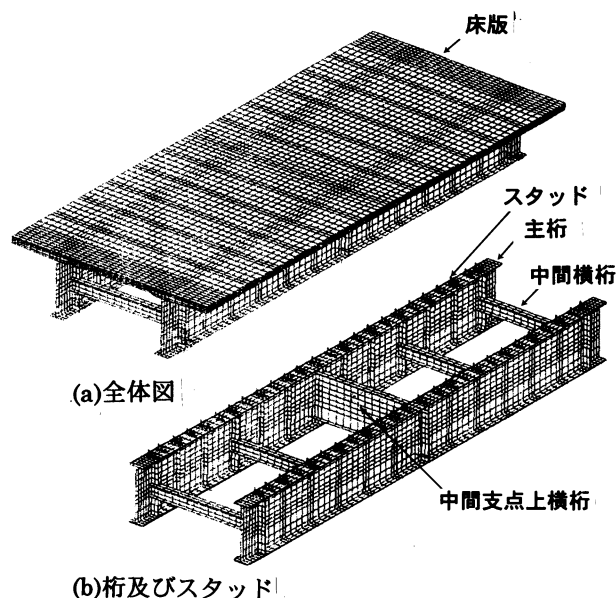


図 1 中間支点部の合成鋼 2 主桁橋の FEM 解析モデル

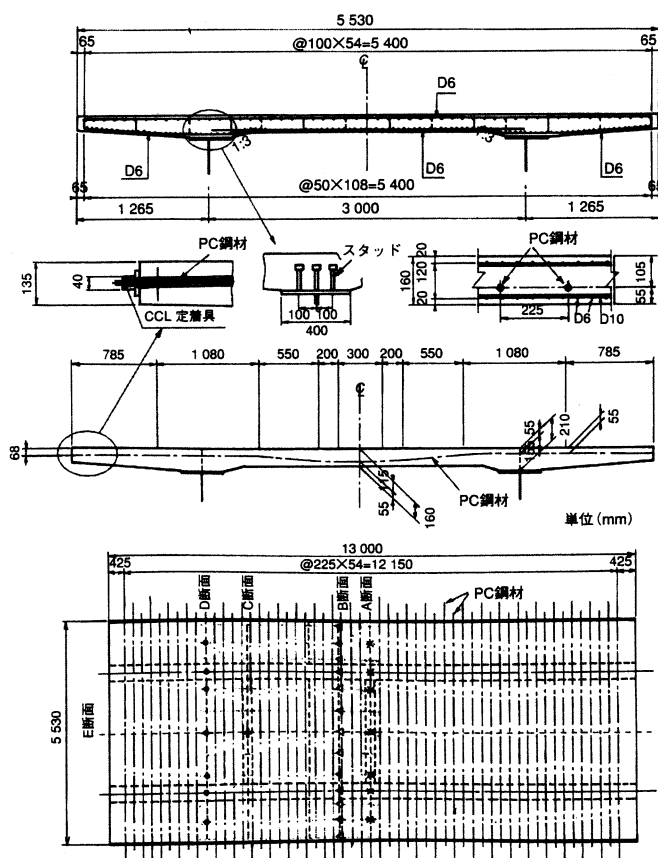


図 2 床版詳細

α : 緊張端から x までのケーブルの角度変化 (rad.)

l : ケーブルの長さ(m)

実験では、図3に示すように緊張端と固定端荷重はほとんど同一であった。これは PC 鋼材が短く、曲線勾配が小さいためである。

一般に CCL 工法ではくさび固定時に PC 鋼線が若干引き込まれた量(セット量)でプレストレスが減少する。実験で計測されたセット量は平均 4mm で、14% 程度の緊張力が減少した。

図4に床版中央 E 断面の、また、図5に A,B,D 断面の橋軸直角方向応力の分布を示す。図中(3)式による梁理論計算値を破線で示した。

$$\sigma = \frac{P_t}{A_e} \pm \frac{P_t \cdot e}{Z_e} \quad (\text{N/mm}^2) \cdots (3)$$

A_e 、 Z_e : 床版 1 m 幅の断面積及び断面係数

e : 床版図心からの PC 鋼材の偏心距離(mm)

中間支点 (A 断面) 近傍では、床版下面及び内部の計測値は梁理論よりも 24~30% 小さくなった。一方、中間支点上横桁の軸力計測値は 52kN と大きく、PS 導入力に中間支点上横桁に流れていることが分かった。なお、中間横桁の軸力計測値は 17kN で、PS に対する影響は小さい。また、PS のポアソン効果によって生じる床版上面の橋軸方向応力は、許容引張応力の 20% 程度であった。

3. FEM 解析

図1に FEM 解析モデルを示すが、床版をソリッド要素を用いて厚さ方向に4分割し、鋼桁をシェル要素を用い、スタッドには棒要素を用いてモデル化した。図6に PS による床版の応力分布を示したが、床版内部の応力分布は、計測値とほぼ一致している。

また、中間支点上横桁近傍では応力が低下し、主桁間の床版は PS が導入されにくい状態になっていることが良く表れている。

4. まとめ

橋軸直角方向に CCL 工法を用いてプレストレスを導入した結果、横桁の拘束効果によって床版下面及び内部の応力は、24~30%減少することが分かった。

参考文献

- 1) 松井繁之 : 床版の技術開発、橋梁と基礎、Vol.31(1997)
- 2) (株)CCL ジャパン : シングルストランド工法設計施工規準(1996)

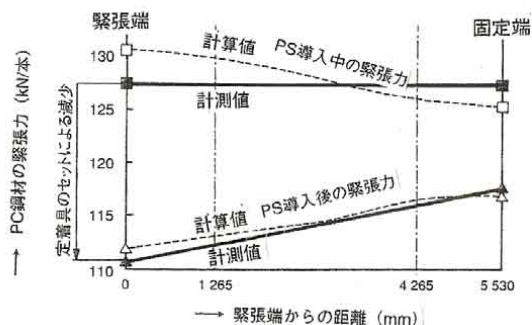


図3 プレストレス導入時の緊張力

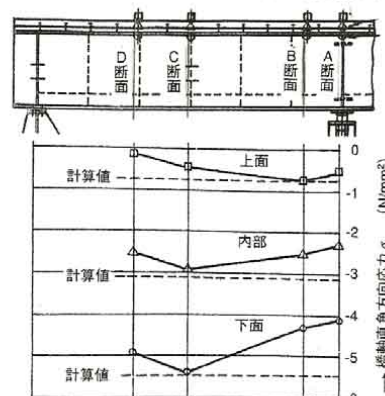


図4 床版中央の橋軸直角方向応力分布

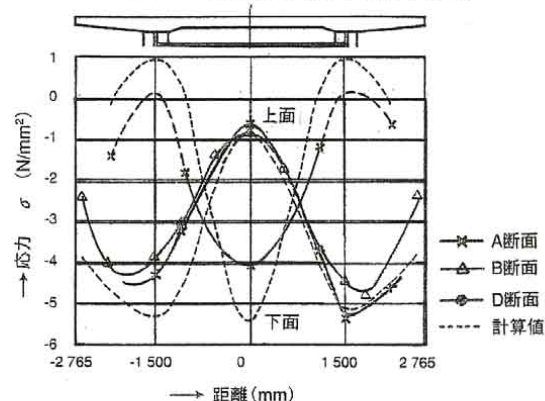


図5 橋軸直角方向の床版幅方向分布

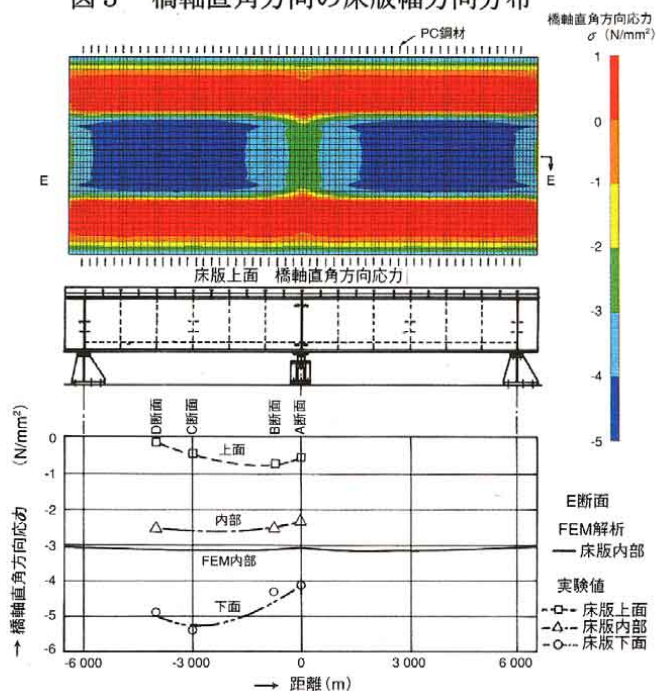


図6 プレストレス導入による床版の応力分布