

長支間PC床版2主桁橋のスタッド作用力経時挙動に関する研究

川崎重工業 正会員 川口喜史 大垣賀津雄 済藤英明
山本晃久 猪本 真

1. はじめに

経済性, 耐久性および維持管理の容易さなどの観点から, 有力な構造形式の一つとして建設が進められているPC床版2主桁橋であるが, これまでは床版支間6m程度までのものがほとんどであった. しかしながら, 近年, 床版支間10mを超える広幅員PC床版の施工計画が進められている状況にあり¹⁾, 床版の長支間化にともなう種々の課題を検討しておく必要がある. このような状況の中, 筆者らは床版の長支間化にともなう構造上の問題点を抽出・解決するために, 床版支間10mの実物大供試体を製作し, 鋼桁とコンクリートの温度差や供試体各部位のひずみについて経時計測を行った²⁾. その結果から, 床版と鋼桁間のずれ止めとして使用している頭付スタッドの軸(鉛直)方向ひずみが大きく日変動していることを確認した. その量は最大で1日に約650 μ 変動しており, 設計上無視できない値であると考えられる. 本研究は, 得られた計測データより, 床版と鋼桁間の接合部に配置された頭付スタッドの軸方向ひずみが日変動を起こす原因が床版と鋼桁間, あるいは床版の上下面の温度差にあるとして, これらをパラメータにしたFEM解析を実施し, 計測データと照合することにより原因究明を行うものである.

2. 経時挙動計測用供試体

経時計測対象とした供試体は, 種々の制約条件を考慮して, 図-1に示すように, 床版支間10m, 幅員14.4mの橋軸直角方向断面に2%の横断勾配を持つ長支間PC床版を有する2主桁橋であり, 床版の橋軸方向施工長さは10mとしている. ずれ止めには頭付きスタッドを用い, 同図c), d)に示すように, 横桁近傍では橋軸直角方向に5本, 横桁から離れた一般部では3本配置とした. また同図中には, 頭付きスタッドひずみおよび鋼桁とコンクリートの温度の計測位置を示す. 頭付スタッドのひずみは, フランジ面から30mmの位置に橋軸直角方向表裏2枚貼付け, 軸ひずみと曲げひずみ成分を分解できるものとした. また各部位の温度であるが, 床版温度は床版支間中央断面の上下表面から約50mmの深さで2点, 鋼桁温度は2本の主桁腹板の桁高中心位置で表裏2枚, 合計4点で計測した. 鋼桁温度については, 実際には鋼桁内で温度勾配を有しており, 直射日光があたる下フランジ側とあたらない上フランジ側では温度差があるが, ここでは鋼桁高さの中央の値を代表値と考えて整理している.

3. 計測結果

計測対象としたスタッドの中で, 計測期間中最もひずみ変動が大きかったS-2スタッドの軸方向ひずみについて, 2, 3日間の経時変化を図-2に示す. 図中には, 鋼桁と床版間および床版上下面の温度差もあわせて示している. 同図より, 頭付スタッドの軸方向ひずみが温度差と相関があることがわかる. また変動量が, 最大650 μ 程度となっていることがわかる. このことから, 頭付きスタッドは, 鋼桁と床版間あるいは床版上下面の温度差により比較的大きな軸方向のひずみ変動が生じており, この部分の設計において無視できないレベルの値であると考えられる.

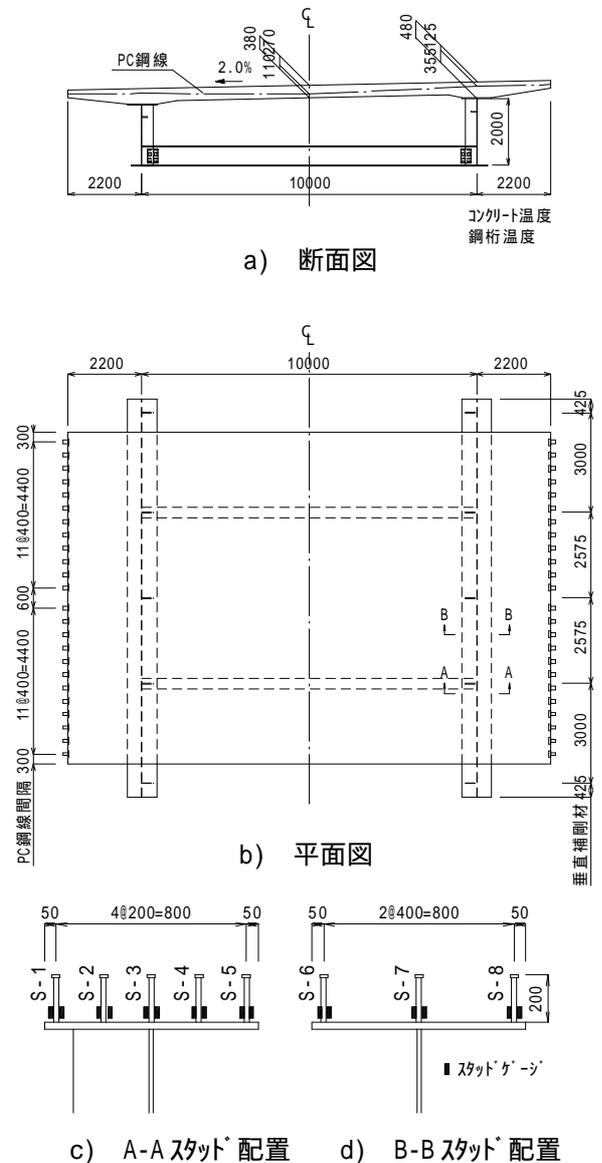


図-1 計測用供試体および計測位置図

キーワード: 長支間PC床版, 温度差, ずれ止め(頭付スタッド)

連絡先: 〒278-8585 千葉県野田市二つ塚118 Tel.0471-24-5482, Fax.0471-24-5762

4. FEM解析検討

(1)解析モデル 活荷重が載っていない状態での前述のようなひずみ変動が生じているが、この原因を解明すべく立体モデルによる FEM 解析を実施した。図 - 1 に示した供試体の主桁高さが 1.8m と 2.0m と異なるが、横断勾配が本実験計測データに与える影響はほとんど無いものとし、解析モデル作成にあたっては、実験供試体を主桁高さ 2.0m の左右対称な構造とみなし、図 - 3 に示すような 1/4 モデルとした。また床版はソリッド要素、主桁および横桁はシェル要素、頭付スタッドは梁要素、PC 鋼線は棒要素でモデル化し、モデル端部には対称条件を設けている。さらに床版と鋼桁の界面は、圧縮力のみを伝達するギャップ要素を設けた場合(Case1)と、ギャップ要素を設けずスタッド要素のみで力を伝達する場合(Case2)とした。

(2)温度荷重 図 - 2 に示したように、この日変動は床版と鋼桁間あるいは床版の上面と下面の温度差と相関性があると考えられる。このことから、荷重条件を以下のような 2 ケースとした。

床版と鋼桁間の温度差による影響に着目し、鋼桁のみに -6 の温度荷重を与える。

床版内部の温度差による影響に着目し、床版上面に -10 の温度荷重を与える。その際、床版下面は 0 とし、床版内の温度分布は線形とする。

以上、解析ケースをまとめると表 - 1 のとおりである。

(3)解析結果 FEM 解析により得られた S-2 スタッドの軸方向ひずみを表 - 2 に示す。同表より、Case1、Case2 とともに床版と鋼桁間の温度差による解析値は実験値の 1 割にも達しておらず、床版と鋼桁間の温度差のみによる影響は小さいといえる。一方、床版内部の温度差による解析値は、実験値に対してそれぞれ Case1 においては約 24%、Case2 においては 81% となっていることがわかる。床版と鋼桁の接合部は、打コン後は通常密着した状態となっており、この状態で圧縮力が作用すると主にコンクリートにより鋼桁へ力の伝達が行われるため、スタッドにはほとんど力が作用せず、Case1 のようなギャップモデルによる挙動に近くなる。しかしながら、本実験においては、壁高欄荷重や PC 軸力によって、垂直補剛材近傍の接合面には引張力が作用しており、これにより、床版と鋼桁界面には微小な剥離が生じ、Case2 のようにスタッドのみで力の伝達をする離間モデルに近い状態になっていたと考えられる。したがって、このような接合部の状態に床版上下面の温度差により床版が上下動し、その首振り挙動を拘束する横桁部のスタッドに応力変動が生じていると考えられる。

5. まとめ

本研究で実施した FEM 解析により、長支間 PC 床版 2 主桁橋接合部における頭付スタッドの日変動の原因をほぼ解明できたと考えている。実橋においては、舗装が施されるため床版表面の温度変化は緩和されると考えられる。また PC 鋼線配置や導入軸力および壁高欄形状によっても、垂直補剛材位置近傍の接合部の応力状態が変化するため、本研究のような大きなひずみ変動が全ての橋梁において繰返されているわけではないが、活荷重による応力も加わることから、設計上重要な部位であり、垂直補剛材位置をはずしてスタッドを増やすなど、構造詳細を十分に検討する必要がある。

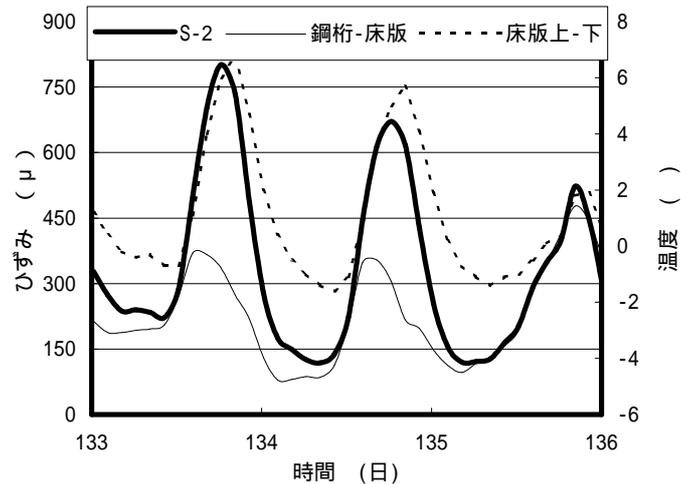


図 - 2 スタッドひずみの日変動

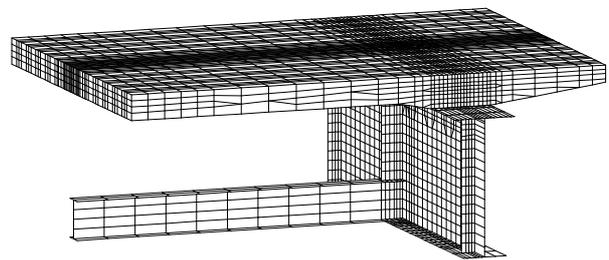


図 - 3 解析モデル

表 - 1 解析ケース

項目	Case1 ギャップモデル	Case2 離間モデル
床版と鋼桁間の温度差 (鋼桁温度-6)	Case1-	Case2-
床版内部の温度分布の変化 (床版上面-10, 下面 0)	Case1-	Case2-

表 - 2 解析結果

項目	解析値 μ	実験値 μ
Case1-	-16	-650
Case1-	-157	
Case2-	-61	
Case2-	-529	

[参考文献] 1) 猪熊, 本間他: 長支間場所打ち PC 床版鋼 2 主桁橋(藁科川橋)の計画, 土木学会大 54 回年次学術講演会概要集, CS-142, pp.284 ~ 285, 1999.9 2) 済藤, 大垣他: 長支間 PC 床版 2 主桁橋の床版-鋼桁接合部の経時挙動計測, 構造工学論文集 Vol.47A, 2001.3