# 長支間場所打ちPC床版におけるスタッド部解析手法の提案

(株) ＣＲＣソリューションズ　正会員　○和内 博樹
(社) 日本橋梁建設協会　正会員　倉田 幸宏
(社) 日本橋梁建設協会　正会員　河西 龍彦

## １．はじめに

（社）日本橋梁建設協会が実施している場所打ちＰＣ床版実物大試験結果によると，横桁近傍位置におけるスタッドの応力が卓越するという現象が明らかになった．これらの挙動を再現するためにスタッドをソリッド要素でモデル化し，プレストレス導入時と日照による影響の FEM 解析を行い，計測結果との対比を行った．

## ２．解析モデルと解析手法

今回の解析では本間らの研究[1)]を参考にして以下のようなモデル化を行った．

- 床版下面及び上フランジを２重節点として，接触要素で結合した．床版下面と上フランジ上面は引張荷重が発生すると縁が切れるモデルとして，コンクリートと鋼板の付着特性を考慮した．
- 鋼桁は全てシェル要素にてモデル化を実施した．主桁フランジおよびウェブ，横桁，垂直補剛材についてもモデル化を実施した．
- 床版および着目スタッドについてはソリッド要素とした．スタッドについてはひずみ計測結果を分析したところ，図-1 におけるひずみゲージ(1)，(2)及び，(3)，(4)のひずみ差が著しく大きかったため，これらの挙動を解析的に再現するためソリッド要素でモデル化を実施することとした．

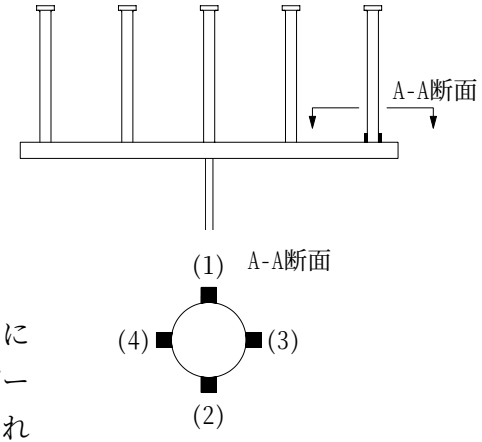



**図-1　ひずみ計測位**

解析は，図-2 のようにスタッドまではモデル化していない全体モデルにて有限要素法による解析をまず実施して，その際に算出された節点変位を，スタッドをソリッド要素としてモデル化した部分モデルの境界部に強制変位として載荷することにより，全体モデル解析による計算と同じ結果が得られる解析手法とした．

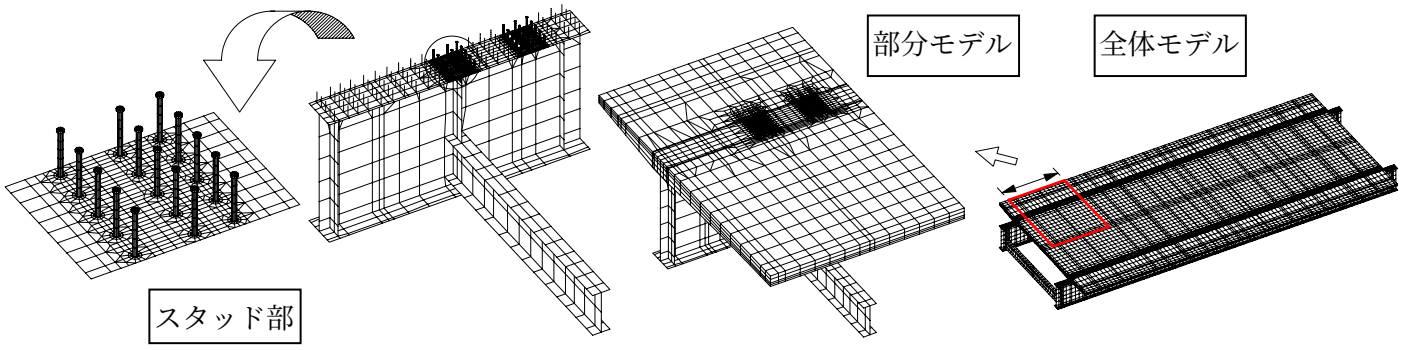



**図-2　解析モデル**

## ３．検討ケース

横桁近傍位置におけるスタッドの応力が卓越するという現象は，施工時におけるＰＣ緊張や床版張り出し部への荷重載荷，日照による影響などにおいても確認されており以下の２ケースについて検討を行った．

１）ＰＣ緊張　床版内に 43[cm]間隔で配置されたＰＣ鋼線に 441[kN]のプレストレスを導入する．

キーワード：スタッド，長支間場所打ち PC 床版，FEM 解析，中間横桁，ソリッド要素
連絡先　　：〒136-8581　東京都江東区南砂 2-7-5　TEL03-5634-5788 FAX 03-5634-7337

２）日照の影響　日照変化による時刻歴温度解析[2]により，2001/8/13 から 8/14 にかけて床版表面温度が最低（30℃）となった床版形状を原点として床版表面温度が最高（46℃）となった時の温度差分布を与えた．

## ４．解析結果

図-3 に示す横桁から６７．９[㎜]離れた位置のＡ～Ｅのスタッドの軸方向ひずみについて，計測値と解析値を表-1，表-2 に示す．

ここで，計測値とは，スタッドの根本に４枚貼付したひずみゲージの計測値の平均値を示している．スタッド中央部（０）に着目すると，解析値は比較的精度よく計測値を再現できていることがわかる．また，橋軸直角方向プレストレス導入時と比べ，日照の影響によってスタッドに発生する軸方向引張ひずみが大きいこともわかった．

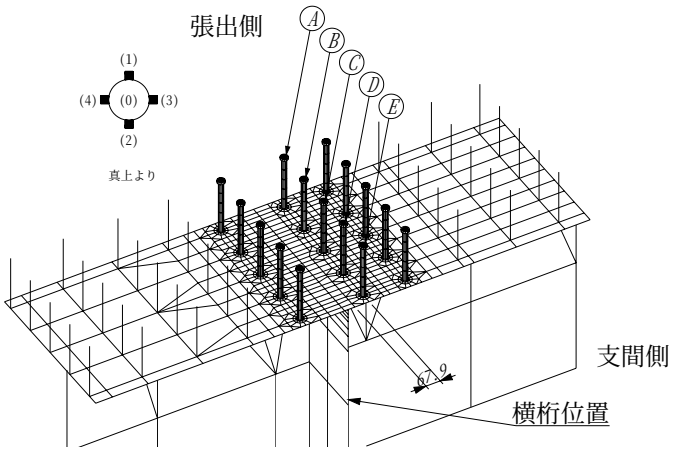


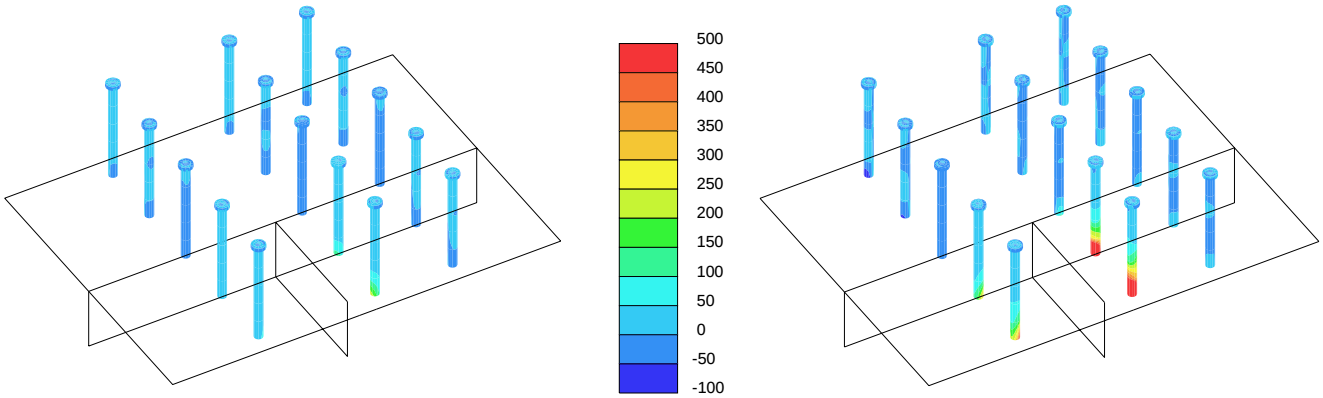

**図-3　スタッドひずみ出力位置**

**表-1 プレストレス解析スタッドひずみ[μ] ＋引張**

| | 断面位置 | スタッド番号 A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 上段 解析値 | (0):中央部 | 2 | −1 | −9 | 76 | 145 |
| 下段 計測値 | | 13 | 2 | 39 | 72 | 91 |
| | (1):張出側 | 7 | 5 | −11 | 66 | 167 |
| | | 39 | 43 | −63 | −86 | −47 |
| | (2):支間側 | −3 | −8 | −4 | 99 | 144 |
| | | −2 | −32 | 147 | 210 | 225 |
| | (3):中央径間側 | 0 | 2 | −8 | 47 | 82 |
| | | 23 | 7 | 10 | −5 | −114 |
| | (4):端支点側 | 0 | −3 | −12 | 120 | 238 |
| | | −8 | −8 | 63 | 167 | 302 |

**表-2 日照の影響スタッドひずみ[μ] ＋引張**

| | 断面位置 | スタッド番号 A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 上段 解析値 | (0):中央部 | 11 | 1 | −18 | 653 | 1063 |
| 下段 計測値 | | 9 | −16 | 467 | 862 | 1427 |
| | (1):張出側 | −3 | −19 | −115 | 519 | 1173 |
| | | 41 | 34 | 10 | 230 | 1140 |
| | (2):支間側 | 26 | 19 | 108 | 901 | 1120 |
| | | −8 | −47 | 918 | 1462 | 1774 |
| | (3):中央径間側 | 0 | 37 | −19 | 407 | 585 |
| | | 8 | −17 | 144 | 198 | 211 |
| | (4):端支点側 | −48 | −37 | −14 | 1034 | 1781 |
| | | −6 | −32 | 795 | 1557 | 2585 |




プレストレス解析　　＋引張　　日照の影響解析

**図-4　スタッドひずみ分布　[μ]**

## ５．まとめ

本文では，本間らの研究[1]をベースに，スタッドをソリッド要素でモデル化したＦＥＭ解析検討結果を紹介した．今回提案する解析手法を用いることで，中間横桁部のスタッドの解析は実用上十分な精度で行えると考えている．しかしながら，より厳密な解析を行う際には，例えば鋼桁の上フランジやウェブ，垂直補剛材などもソリッド要素を用いることや，スタッドの溶植位置を忠実にモデル化することなどで，解析精度をより向上させることが可能になるのではないかと考えられる．なお，日照の影響によって中間横桁位置の支間側のスタッドに大きな引張ひずみが発生する件については，その低減対策も含めて今後の課題と考える．

**参考文献**

1) 長谷・本間・河西・林・松村：床版と鋼桁のずれ止めに関する FEM 解析検討（第二東名高速道路藁科川橋），第 56 回土木学会年次学術講演会, CS7-045, 2001.9

2) 倉田・師山・雪田：長支間場所打ちＰＣ床版の日照による挙動に関する解析的研究，第 58 回土木学会年次学術講演会, 2003.9 投稿予定