

PC 床版を有する連続合成桁のスタッド引抜き力についての FEM 解析

日本電子計算 正会員 ○野瀬 智也* 片山ストラテック 正会員 大久保 宣人**
 片山ストラテック 正会員 大山 理** 日本電子計算 正会員 丹羽 量久*

1. はじめに

近年、省力化・合理化の観点から少数主桁による連続合成桁が多用化されており、PC 床版が採用されている橋梁を多く見かける。鋼主桁とコンクリート床版を結合するにはスタッドが有効であるが、種々の問題をかかえているのが現状である。

少数主桁橋に設けられる横桁は欠くことができないものであるが、横桁は主桁の断面変形を拘束するため、横桁付近の床版へのプレストレス導入を妨げてしまうことが報告されている¹⁾。一方、主桁の上フランジに溶接されている垂直補剛材は、上フランジのねじれ変形を拘束し、その垂直補剛材直上のスタッドに生じる引抜き力を増大させる現象が実験により確認されている²⁾。

江田ら³⁾は、垂直補剛材直上のスタッドに生じる引抜き力に着目し、垂直補剛材形状とスタッド列数をパラメータとした FEM 解析を実施している。また、川口ら⁴⁾は、横締めプレストレスにより垂直補剛材近傍に床版剥離が発生し、主桁との引張り力がスタッドのみで伝達されている状況を実験的に確認するとともに、その経時挙動を計測している。

このように、スタッドに生じる引き抜き力に着目した報告が数多くなされているが、十分な設計用資料が整っているとは言えず、合理的な設計法を確立するためには、さらに多くの事例の蓄積が必要であると考えられる。そこで、著者らは二主桁を有する連続合成桁を取り上げて、汎用 FEM 解析パッケージ DIANA を用いた FEM 解析を実施し、スタッドの橋軸方向配置が引抜き力に与える影響についての検討を行った。

2. 解析概要

本報告では、図-1 に示すような緒元をもつ橋梁を想定した。主桁の間隔 6000mm、高さ 2750mm の 2 主桁連続合成桁で、PC 床版厚は 320mm である。スタッドは、 $\phi 22 \times 200$ を想定し 3 列 250mm ピッチで配置した。横締めプレストレスの PC 鋼棒は、500mm ピッチとした。コンクリート強度

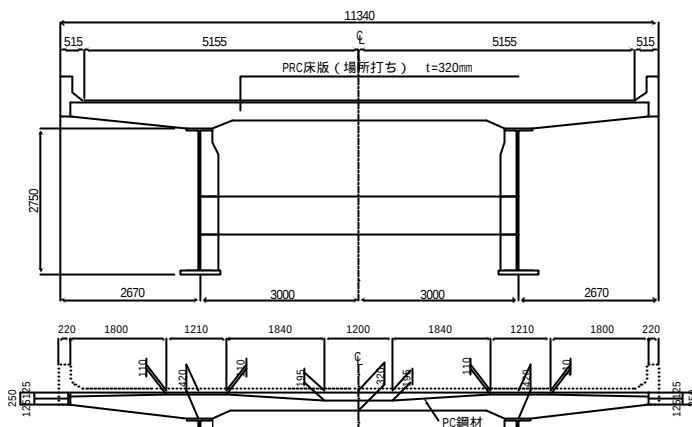


図-1 想定した橋梁の緒元

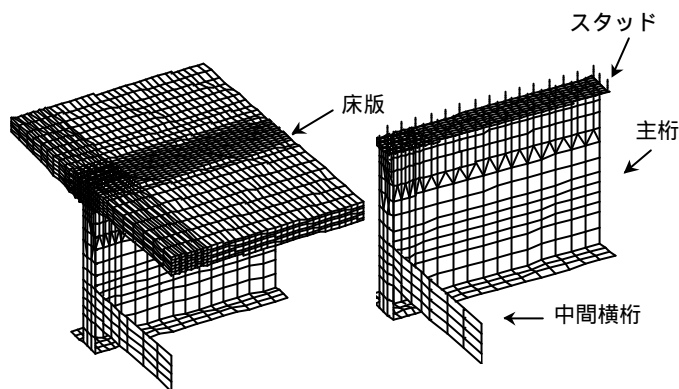


図-2 FEM 解析モデル

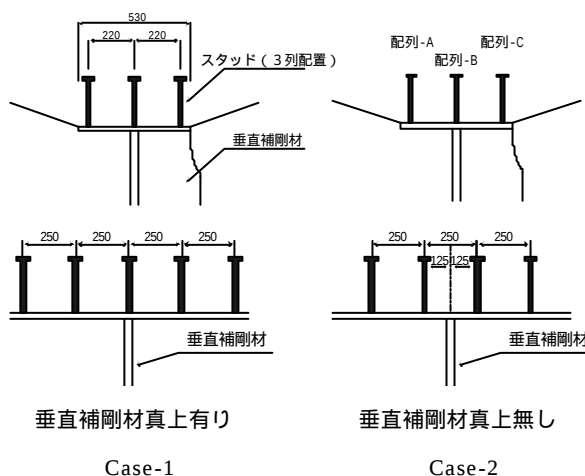


図-3 解析ケース（スタッド配置）

キーワード：連続合成 2 主桁、FEM 解析、引抜き力

*連絡先：〒532-0011 大阪市淀川区西中島 2 丁目 12 番 11 号 TEL 06-6307-5462

**連絡先：〒551-0021 大阪市大正区南恩加島 6 丁目 2 番 21 号 TEL 06-6552-1235

は $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ の早強コンクリートとし、PC 緊張時におけるコンクリートの弾性係数は $2.49 \times 10^4\text{N/mm}^2$ としてある。解析モデルを図-2 に示す。連続性を考慮して橋軸方向は中間横桁間隔の1/2の範囲（3750mm）、橋軸直角方向は対称性を考慮し、1/2の範囲を解析対象とした。床版はソリッド要素、主桁はシェル要素を使用し、スタッドと横桁の上・下フランジは、梁-柱要素でモデル化している。床版と上フランジの接触面は、引張りが生じると剥離するようにインターフェイス要素をはさみこんだ。

ここでは、図-3 に示す2 ケースのスタッド配置を検討する。垂直補剛材の真上に配置したケース（Case-1）とスタッド間隔の半分だけずらしたケース（Case-2）である。荷重としては、横締めプレストレスのみを解析対象としている。

3．解析結果

図-4 に、Case-1 におけるスタッドの引抜き力を示す。垂直補剛材真上（配列-C）のスタッドに圧縮力が発生していることがわかる。これは、垂直補剛材が上フランジのねじれ変形（首振り）を拘束しているため、床版と主桁上フランジに大きな支圧力が発生したものと考えられる。

Case-2 においては、垂直補剛材真上にスタッドを配置していないため、上フランジは床版の変形に追随することになり、圧縮力は作用していない。（図-5） また、図-4、図-5 より、配列-B のスタッド引抜き力は横桁近傍にて、大きな力が発生しており横桁中央部においては減少している。中間横桁近傍では、横桁による主桁拘束作用が大きい、中間横桁中央部に向かうにつれ横桁の主桁拘束の影響は、減少するものと考えられる。その拘束力に追従し、スタッド引抜き力も中間横桁中央部に近づくにつれ、減少しているものと考えられる。配列-A、配列-C のスタッド引抜き力が、配列-B の引抜き力よりも小さいのは、主桁上フランジの曲げ変形により、緩和されているものと考えられる。図-6、図-7 は、それぞれ図-4、図-5 に対応する床版の剥離量を示している。

4．まとめ

本報告で、二主桁を有する連続合成桁を取り上げて、FEM 解析を実施した。垂直補剛材による主桁上フランジの変形を拘束する働きは、近傍に配置されるスタッドの引抜き力に大きく影響を与えることがわかった。また、横締めプレストレスにより、垂直補剛材位置において、床版と主桁上フランジとの間に支圧力が発生することもわかった。

解析内容や結果についての詳細は講演会当日に述べる。

参考文献

- 1) 塩見：連続合成鋼2主桁橋プレストレス導入時の床版の応力，土木学会第55回年次学術講演会，I-A98，2000.9
- 2) 済藤：合成2主桁橋の中間横桁部における頭付きスタッド配置に関する実験的研究，土木学会第56回年次学術講演会，cs2-013，2001.10
- 3) 江田：鋼2主桁橋（姿川橋）におけるスタッド配置と垂直補剛材上端形状の検討，土木学会第54回年次学術講演会，I-A325，1999.9
- 4) 川口：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，土木学会第56回年次学術講演会，cs2-005，2001.10

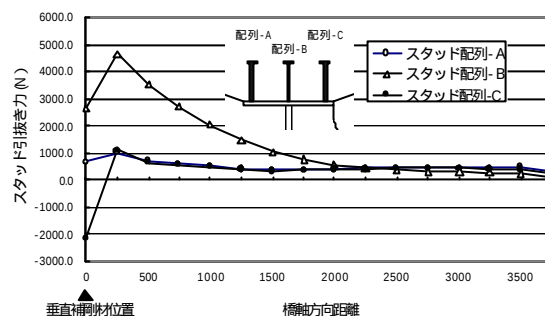


図-4 Case-1 (スタッド引抜き力)

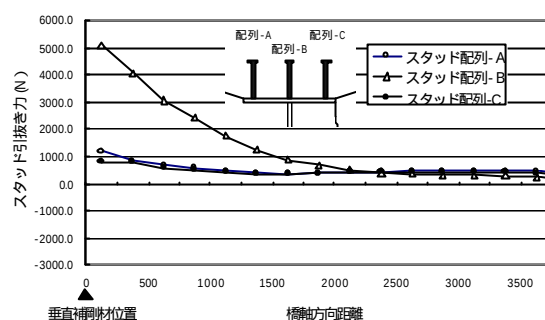


図-5 Case-2 (スタッド引抜き力)

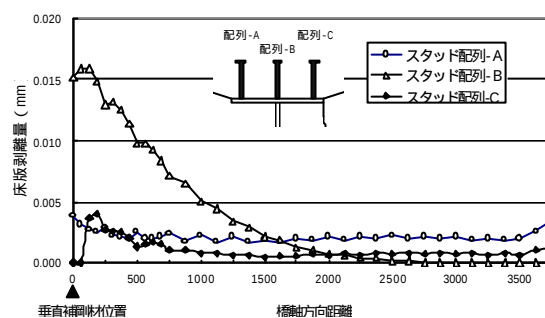


図-6 Case-1 (剥離量)

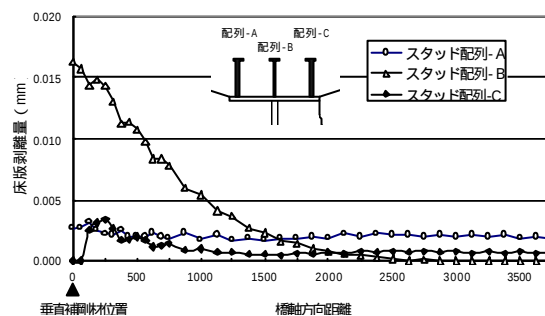


図-7 Case-2 (剥離量)