

PRC 下路桁の分割施工に伴うスラブへのプレストレス導入に関する解析的検討

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○坂本 峻
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 山本 達也
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 竹谷 勉

1. はじめに

コンクリート構造物の施工においては、現場の施工条件や経済性等を考慮した適切な施工方法や材料を選定する必要がある。適切な施工方法を選定する際には、生コンの調達事情や、コンクリートを現場で打ち込む際の品質確保等を加味し、1日当たりの打設量を設定する必要がある。昨今、上述した条件等によりコンクリート構造物の施工において、分割施工を前提とした施工計画の策定を行う機会が増加している。一方で、PC や PRC のスラブを分割施工した場合、導入プレストレスが打ち継ぎ目で不連続となり、不具合が生じることが懸念される。本件は、管内で採用実績のある PRC 下路桁を対象とし、分割施工に伴うスラブへの導入プレストレスの影響を FEM 解析により検討した。

2. 対象構造物の設計条件

対象とした PRC 下路桁の概要図を図-1 に示す。主な設計条件は、桁長：105.8m、高さ：2.3m、スラブの幅員：6m、床板厚さ：0.4m である。横締めケーブルに使用する PC 鋼より線の規格は SWPR19L 1S28.6 であり、750mm 間隔の配置である。本検討に際して、図-1 の赤枠で囲んだ分割施工の打ち継ぎ目を含む延長 30m を対象とし、解析モデルの生成を行った。

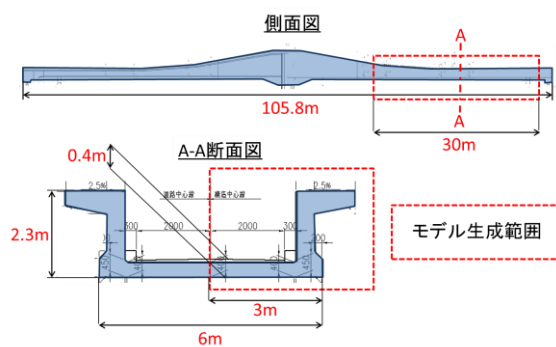


図-1 PRC 下路桁の概要図

3. FEM 解析モデル概要

解析モデルは全ソリッド、かつ 1/2 断面モデルとし、対象条件を与えた。モデルの概要図を図-2 に示す。分割施工におけるプレストレスの応力分布については、モデル全長中央部の 15m を施工継目として、1次施工時と 2次施工時のモデルを作成し、応力の重ね合わせを行った。横締めプレストレスについては、スラブの図心位置（下縁から 0.2m）に有効プレストレス相当値である 510kN の軸力を 0.75m 間隔で載荷した。また、弾性係数：29,800N/mm²（設計基準強度：36N/mm²）、ポアソン比：0.2 を物性値とした。

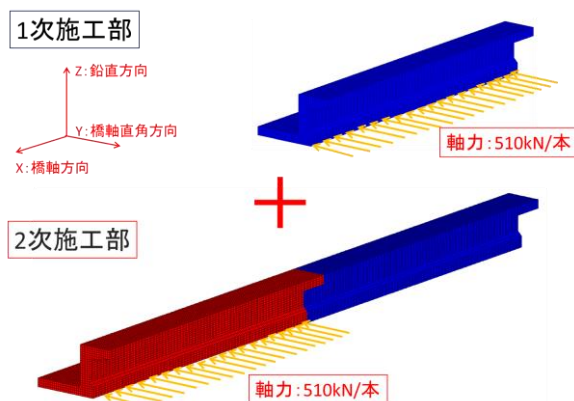


図-2 モデル概要図

4. 解析結果

図-3 に一括施工時の橋軸直角方向応力図を示す。一括施工では、プレストレスによる圧縮応力はスラブ全域にわたり連続的であり 1.7N/mm²であった。これは、導入プレストレスによる軸力をスラブ断面で除した応力値と一致した。

一方で分割施工時の橋軸直角方向応力を図-4 に示す。

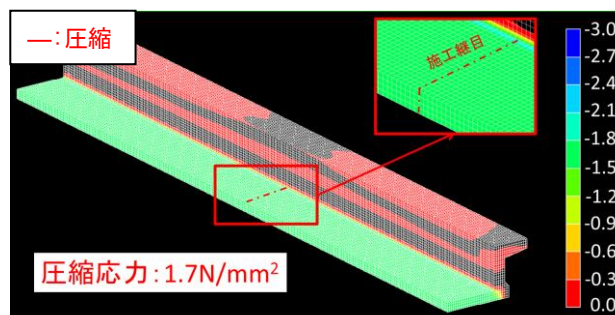


図-3 一括施工時の橋軸直角方向応力図

キーワード FEM 解析, プレストレス, 分割施工
 連絡先 〒980-8580 仙台市青葉区五橋一丁目 1 番 1 号

1次施工部コンクリート打設後に配置横締めケーブルを全て緊張し、その後2次施工部コンクリートの打設、緊張を行う分割施工の場合、一括施工時と比較して2次施工部B点の圧縮応力は47%に低下した。これは、分割施工により、B点に生じる圧縮応力に寄与する1次施工部の配置ケーブルが2次施工部打設前に緊張され、1次施工部の圧縮応力が2次施工部に影響しなくなったためであると考えられる。

以上を踏まえ、図-5に示すように、1次施工部配置ケーブルのうち、施工継目部に近い特定本数を2次施工打設後に緊張させた場合を想定し、別途解析を行った。1次施工部に配置するケーブルのうち2次施工部打設完了後に緊張する本数と、1次施工継目部A点と2次施工継目部B点の圧縮応力の関係を図-6に示す。

先述した通り、分割施工に伴い圧縮応力が47%に低下した2次施工部において、1次施工部配置ケーブルのうち1本を2次施工時の打設完了後に緊張した場合には、2次施工部の圧縮応力の低下率は29%に改善した。同様に、2本の場合には、2次施工部の圧縮応力の低下率は12%まで改善される結果となった。横締めケーブルの本数が3本以降になると、2次施工部の圧縮応力は一括施工時の圧縮応力に収束する傾向を示した。一方で、1次施工部においては、横締めケーブルを10本緊張せず、2次施工時の打設完了後に緊張した場合に、一括施工時の圧縮応力に収束した。また、1次施工部においては、1次施工時に緊張しない横締めケーブルを2本より多くすると、1次施工部A点は 1.7N/mm^2 よりも小さい値を示した。原因として、図-7に示す通り、1次施工部のプレストレス導入に伴い、施工継目部付近に面外曲げが生じ、引張応力が発生するためである。

5. まとめ

本件では、PRC下路桁について、分割施工を想定した3次元FEM解析によるスラブの挙動把握に関する検討を行った。以下に得られた知見を示す。

(1) 1次施工と2次施工ごとに配置ケーブルを緊張する場合には、2次施工部の圧縮力は47%に低下する。

(2) 1次施工の横締めを2本緊張せず、2次施工時の打設完了後に緊張した場合は、2次施工部の圧縮応力低下率は12%まで改善できる。

(3) スラブ幅6mの1.3倍となる7.85m範囲内の1次施工部の横締めケーブルを2次施工時の打設完了後に緊張した場合に、一括施工時のプレストレス分布と同様になる。

参考文献 1) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物)

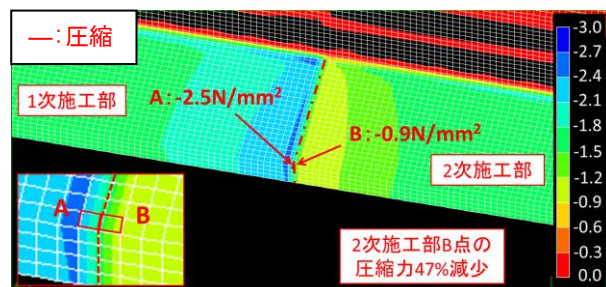


図-4 分割施工時の橋軸直角方向応力図

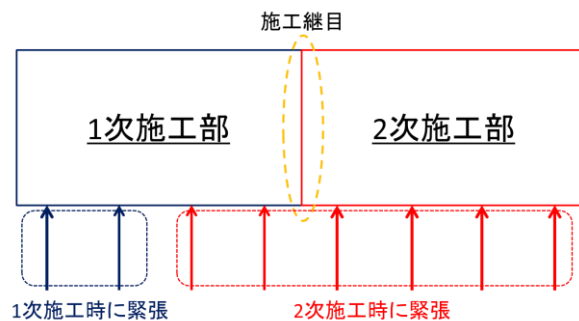


図-5 配置ケーブル緊張イメージ図

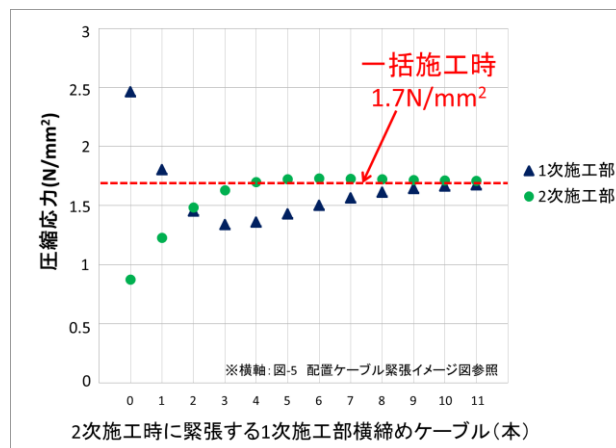


図-6 圧縮応力と2次施工時緊張ケーブルの関係図

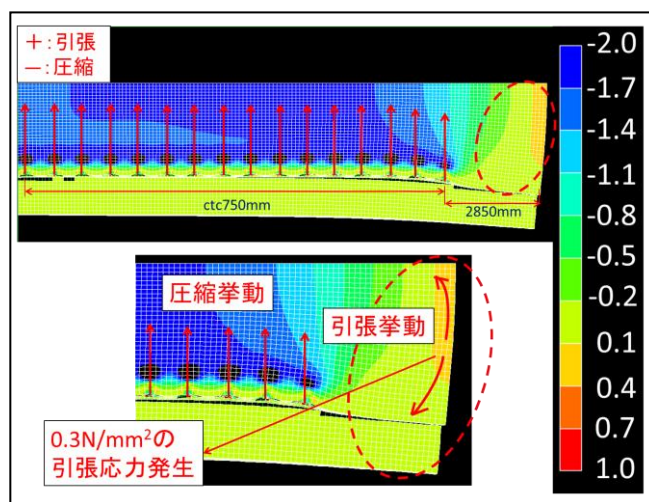


図-7 1次施工部スラブ下縁の橋軸直角方向応力図
(無緊張ケーブル3本時)