

三和橋の設計

—全外ケーブル方式PC箱桁橋の片持架設工法における

工期短縮を目的とした設計—

川田建設(株) 東京支店技術部設計課 正会員

○鵜飼宏二

日本道路公団東北支社建設部構造技術課

石田誠幸

日本道路公団東北支社いわき工事事務所三和工事区

上田浩之

川田建設(株)・東日本コンクリート(株) 共同企業体 所長 高野喜代

1. はじめに

三和橋は、全外ケーブル方式を採用した張出し架設工法による最大張出し長 47.0 m、最大支間長 102.5 m を有する 5 径間連続ラーメン箱桁橋であり、磐越自動車道の 4 車線化に伴い計画された橋梁である。(図-1)

一般的に全外ケーブル方式を採用した橋梁は大容量ケーブル(19S15.2, 27S15.2 等)が使用されるケースが多く、そのため架設ケーブルの定着突起が大きくなり、更に補強筋として太径鉄筋(D22, D25 等)が密に配置されるためサイクル工程内で定着突起の施工がクリティカルになる傾向がある。

また、本橋梁の橋脚高は 66.0 m と高橋脚であり、材料の荷揚げ、荷下ろし等の作業性を考慮すると更に工程に影響を及ぼすことが懸念される。

そこで、張出し施工における 1 サイクル工程の短縮を目的とし、使用 PC ケーブルシステムの組合せを考慮した定着突起サイズの小型化および標準化を図ったのでここに報告する。

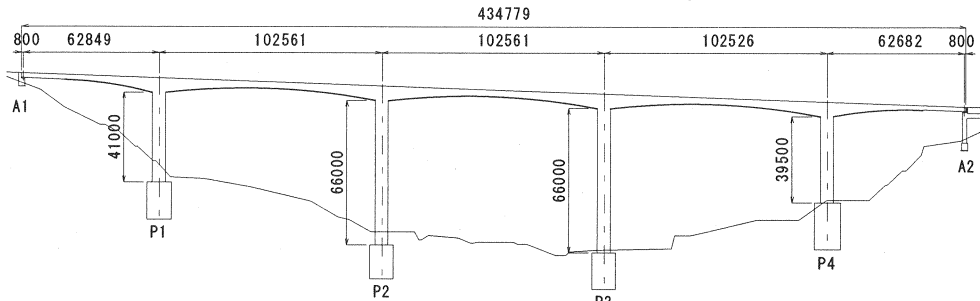


図-1 三和橋全体一般図

2. 設計条件

橋	長	: 435.179 m
桁	長	: 434.779 m
支間	長	: 62.849 + 2 × 102.561 + 102.526 + 62.682 m
ブロック割り		: 6 × 3.000 + 4 × 3.500 + 3 × 4.000 m
有効幅員		: 8.750 m
活荷重		: B活荷重
縦断勾配		: 3.500 %
横断勾配		: 4.500 % ~ 2.625 %
斜角		: 90°
平面線形		: R=1000 m ~ A=400 m

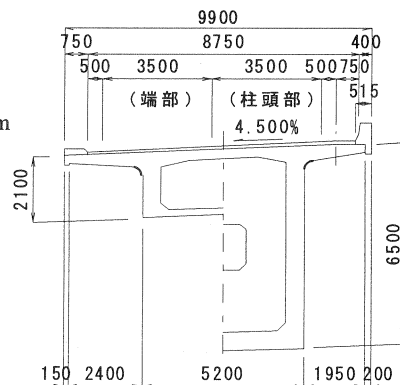


図-2 主桁断面形状

3. 主ケーブルシステムの決定

3.1 決定方法

①架設ケーブルの定着突起サイズを小型化するため、架設系での必要ケーブル量では決定せず、設計荷重

時に必要な鋼材量に対してケーブルシステムを決定した。なお、サイクル作業の簡略化を目的とし定着突起形状の標準化を図るため各ブロック1本定着とし、定着位置もすべて同じとした。

②架設モデルにて設計荷重時に決定した鋼材量で不足する断面においては、仮設ケーブルを配置し対応した。なお、仮設ケーブルは上床版内に設置するため閉合後は緊張力を解放しグラウトを施すこととした。そのため仮設ケーブルは以下の図(図-2)の様に柱頭部橋面上に設けた定着用ブロックにて、緊張・定着・解放を行い、解放後このブロックを撤去することとした。

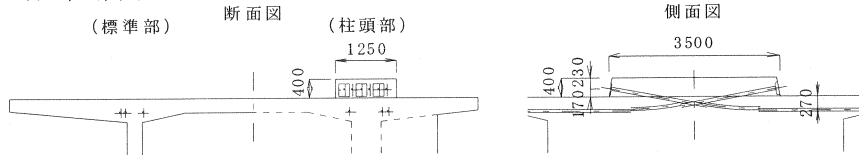


図-2 仮設ケーブル定着用ブロック詳細図

3.2 必要鋼材量

3.2.1 設計荷重時における必要鋼材量

閉合ケーブルに19S15.2、架設ケーブルに12S15.2を使用した場合のPC鋼材配置図(図-3)と合成応力度図(図-4)を以下に示す。

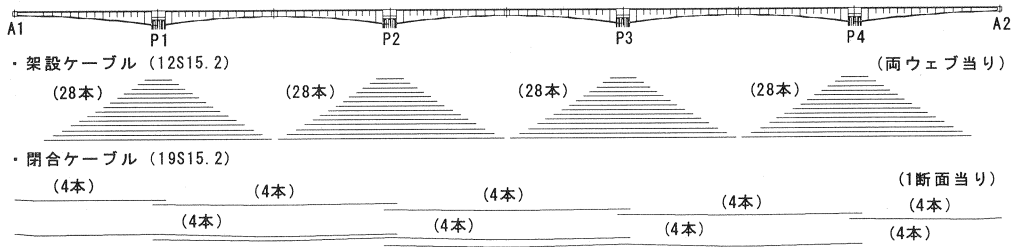


図-3 PC鋼材配置図

3.2.2 架設時における必要鋼材量

設計荷重時に必要な鋼材量にて張出し施工を行った場合、図-4のように12BL及び13BL施工時に合成応力度が許容値を満足しない箇所が発生する。これに対し全体工期への影響や経済性を考慮して仮設ケーブルにて対応することとした。

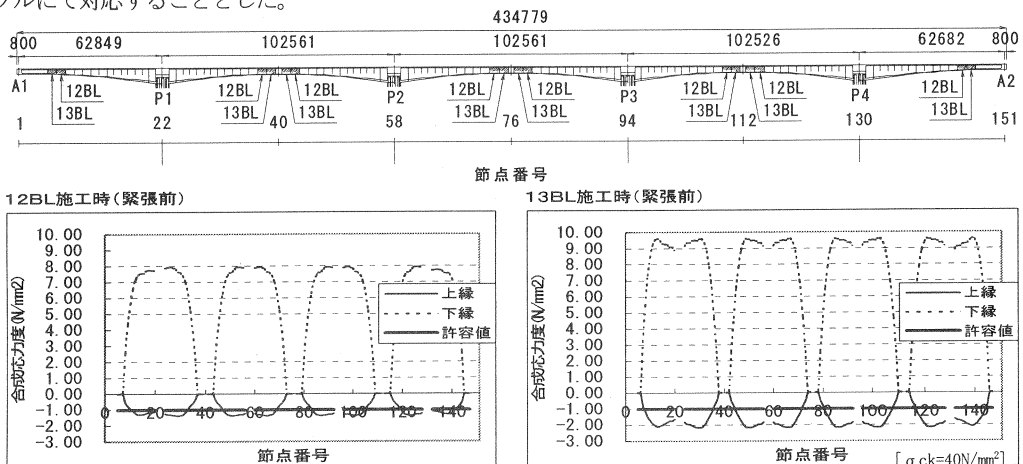


図-4 架設時における合成応力度図(仮設ケーブル無し)

仮設ケーブルは12S12.7を6本(片ウェブ3本)配置した。配置範囲は施工時の合成応力度が満足しない範囲とし、9BL、10BL、11BL施工時に緊張するものとした。(図-5)

仮設ケーブルを配置した場合の架設時における合成応力度図を図-6に示す。

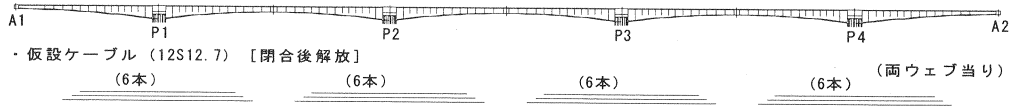
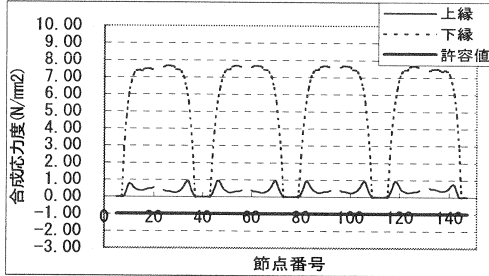


図-5 仮設ケーブル配置図

12BL施工時(緊張前)



13BL施工時(緊張前)

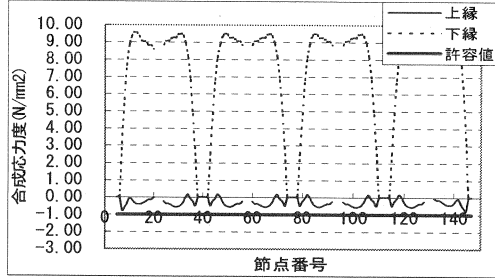


図-6 架設時における合成応力度図 (仮設ケーブル有り)

4. 定着突起

4.1 定着突起の標準化

張出し架設におけるサイクル工程を1.5日程度短縮するため、架設ケーブルの定着突起をリブ付きタイプでなく独立突起タイプとした。(図-7) (写真-1、2)

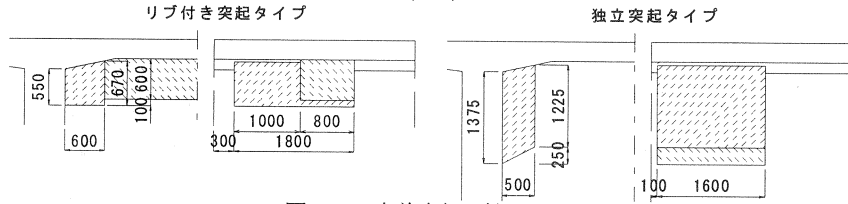


図-7 定着突起比較図

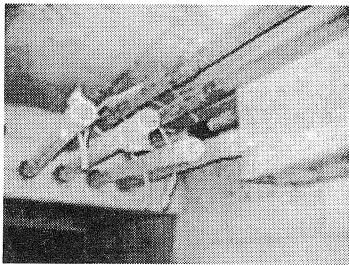


写真-1 リブ付きタイプ

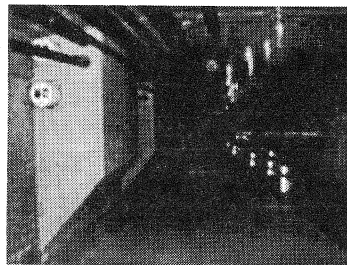


写真-2 独立突起タイプ

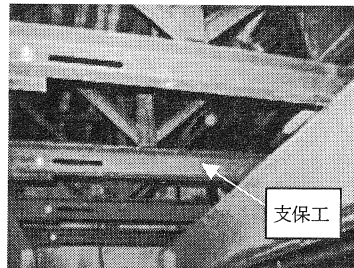
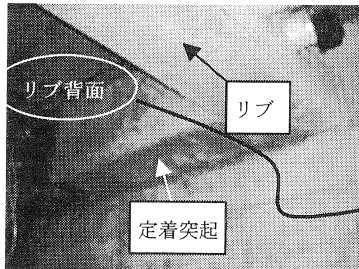


写真-4 リブ背面の支保工

これは、移動作業車を移動させる際、リブ付きタイプの場合リブ背面に設置される支保工(写真-3、4)を完全に解体するか、リブに干渉しない高さまで支保工をダウンさせる作業が発生し、工程に影響を及ぼすためである。

4.2 定着突起の形状および配筋の決定

配筋を含めた突起形状の標準化はサイクル工程短縮に有効である。突起形状の標準化にあたり特に外ケーブル配置において以下の項目を考慮した。

- ①ケーブル定着位置はすべて同じ位置（高さ）とした。
 - ②柱頭部におけるケーブルの偏心量（ e_p ）を出来るだけ大きくとるため、鋼管の最小間隔を確保しケーブルは2段配置とした。
 - ③1ブロック手前に偏向部を設け（水平と鉛直の両方を偏向させている）、そこから柱頭部まで直線配置とした。
 - ④直線配置区間については柱頭部から偏向部まで同じ高さとした。
 - ⑤ケーブルと定着突起が干渉する箇所については突起にアゴを設け貫通管を設置し対応した。
- 以下にケーブル配置図と突起詳細図を示す。（図-8, 9）

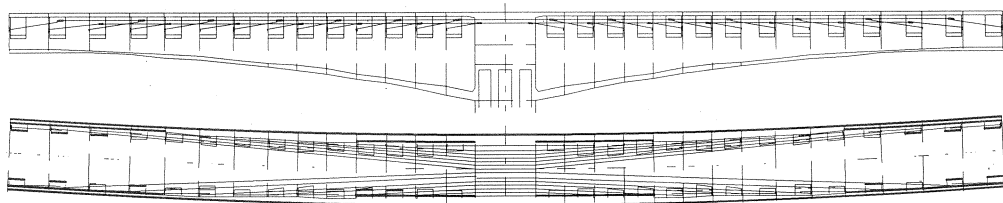


図-8 ケーブル配置図

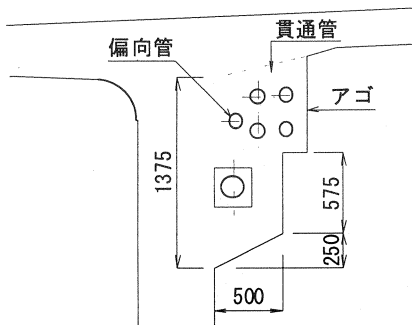


図-9 突起詳細図

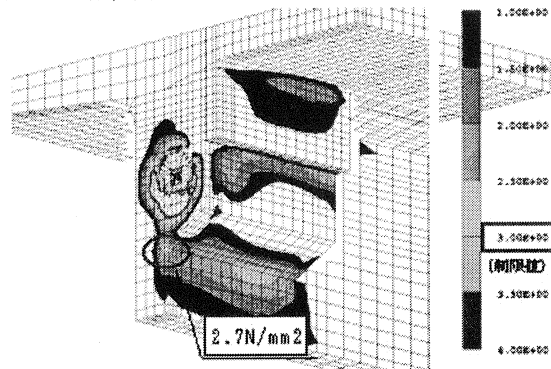


図-10 定着突起のFEM解析結果

ケーブル配置を考慮した定着突起の形状を仮決定した後、3次元FEM解析により形状の調整を行った。FEM解析においては、コンクリートの引張応力度をひび割れ発生限界内（ $\sigma_c < 3.0 \text{ N/mm}^2$ ）に抑えることを目標とし、加えて引張応力度の発生する箇所には補強鉄筋を配置した。

補強鉄筋量は、PCケーブルの定着部であることから鉄筋の引張応力度の制限値を 100 N/mm^2 （死荷重時の許容引張応力度）として決定した。図-10にFEM解析結果を示す。

5. まとめ

大容量ケーブルによる経済性の追求が現在の設計の主流であるようだが、本橋の様に従来用いられてるケーブルシステムを併用することで定着突起の小型化、標準化による工期短縮が期待でき、また定着箇所を分散したことで定着突起の安全性も向上したと考える。加えて、仮設ケーブルを解放することにより連続PC鋼材を減らせた事など2次的な効果も含め、経済性への効果も得られている。

以上の様に本検討で、従来から用いられてきたケーブルシステムを適宜組み合わせる用いることの有為性を確認できたと考えられる。

今後、同様な橋梁計画において本報告が一助となれば幸いである。