

東海北陸自動車道 板山橋の設計・施工

川田建設(株) 大阪支店 技術部 正会員 ○ 大久保 孝
 川田建設(株) 大阪支店 工事部 高木 信哉
 川田建設(株) 大阪支店 工事部 中川 敏彦
 川田建設(株) 大阪支店 技術部 札立 重好

1. はじめに

板山橋は、東海北陸自動車道美濃 IC から美並 IC に位置する、橋長 201.5m の 3 径間連続ラーメン箱桁橋であり、本路線の四車線化に伴う II 期線工事である。

本橋の特徴は、①コンクリートウェブの全外ケーブル方式張出し架設橋、②大容量 PC 鋼材 27S15.2 の使用である。本稿では、板山橋の概要について述べるとともに、定着突起の設計および施工について報告する。

2. 橋梁概要

2.1 工事概要

工 事 名：東海北陸自動車道 板山橋 (PC 上部工) 工事
 施工場所：岐阜県郡上市美並町大字大原
 工 期：平成 14 年 10 月 30 日～平成 16 年 12 月 17 日
 構造形式：PC 3 径間連続ラーメン箱桁橋
 架設工法：固定支保工架設 (A1-P1 径間)・張出し架設工法 (P1-A2 径間)

2.2 橋梁諸元

板山橋の橋梁概要を下記に示す。また、全体一般図を図-1、主要材料を表-1 に示す。

橋 長： 201.500 m
 桁 長： 201.300 m
 支 間 長： 35.000 m + 77.000 m + 86.000 m
 全 幅 員： 10.150 m
 桁 高： 3.500 m～8.500 m
 平面線形： R = 2000 m
 縦断線形： 2.232 %
 横断勾配： 2.500 % (片勾配)
 活 荷 重： B 活荷重

表-1 主要材料

種 別	仕 様
コンクリート	$\sigma_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$
主 鋼 材	SWPR7BL 27S15.2
床版横縮鋼材	SWPR19L 1S21.8
横桁横縮鋼材	SWPR19L 1S28.6

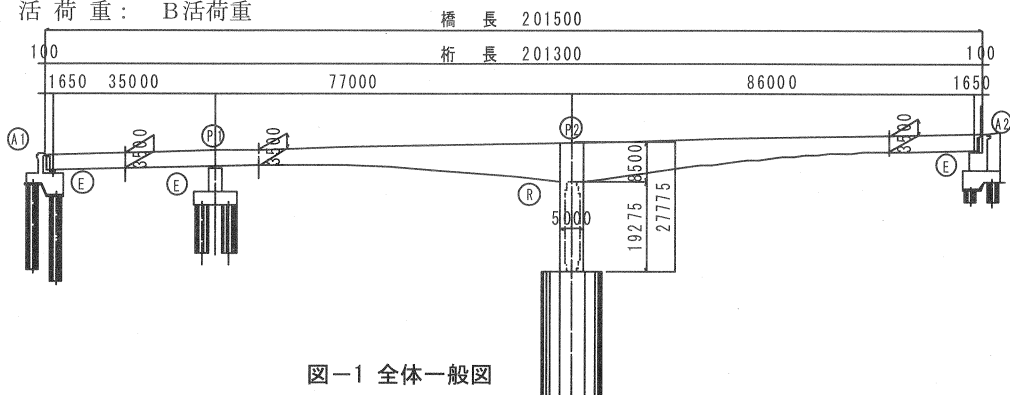


図-1 全体一般図

3. 主ケーブル定着突起の設計

3.1 設計方針

張出し架設で施工する全外ケーブル橋の定着突起部は、構造上重要な部位でありその設置個数も多数となる。また、大容量のPC鋼材を使用し若材令で緊張を行うため、緊張力は定着部のみならず定着部を含めたその近傍の構造全体に作用し、複雑な挙動を呈する。以上のことから、定着突起部は、FEM解析により挙動や局部応力を把握し、形状や補強鋼材の配置を決定することを基本とした。

全外ケーブル方式の張出し架設橋は、日本道路公団において数多く設計・施工されており、定着部の形状も種々のタイプの実績がある。したがって、本橋で採用する定着部形状の計画に際しては、既に実験等で確認された形状タイプの中から、本橋の構造特性に適合するものを選び、これに準じて計画し、FEM解析により安全性の確認を行うこととした。

3.2 突起形状の仮定

本橋の主鋼材は27S15.2 (以下、27Sと記す) を使用する。27Sを使用した張出し架設橋の定着突起としては、中国横断自動車道の見延橋等で採用されている、三角形形状突起がある。

本橋では、突起の奥行き長や定着部の縁短距離など、三角形形状突起の実験で得られている知見を踏襲した上で、補強PC鋼棒のNAPP鋼材を省略する目的で、水平リブ突起を提案し検討した (図-2)。

主要な検討項目は、①水平リブ厚の設定と②主鋼材定着角度による影響検討の2点である。

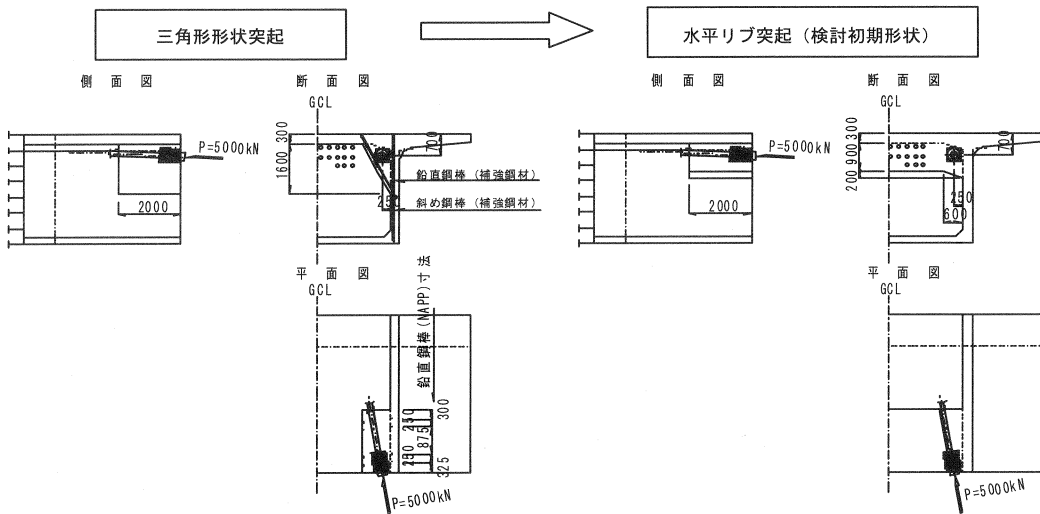


図-2 水平リブ突起のイメージ

3.3 水平リブ突起の形状設定パラメータ解析

水平リブ突起は、定着部として剛性が高く鉄筋以外の補強を用いないので、特別な品質管理も要しない。また、突起の高さも従来の台形タイプや三角形タイプに比べ低減できるため、鉄筋加工形状も簡素化でき、コンクリート打設における充填確認も容易で、打設作業性の点でも優位である。しかしながら、台形タイプや三角形タイプに比べ重量が増加する短所もある。そこで、水平リブ突起の軽量化を目的に、リブ厚をパラメータとしてFEM解析により検討を行った。

(1) 検討条件

検討ケースは、以下の3ケースとした (図-3)。

- ケース1：全リブ (突起長さ全部<2m>)
- ケース2：半リブ (突起長さの半分<1m>)
- ケース3：リブ無 (突起部のみ)

ここで、リブ厚の設定については、外ケーブルの偏向角度と曲げ半径により定まる偏向曲線長が、リブ厚内に収まりかつ、鋼材進入角度の統一性のために行う、偏向 IP 点位置のずれを考慮して定める。図-4 に示す偏向曲線長は、27S の最小曲げ半径 (R=3.5m) と偏向角度 θ から算出できる。

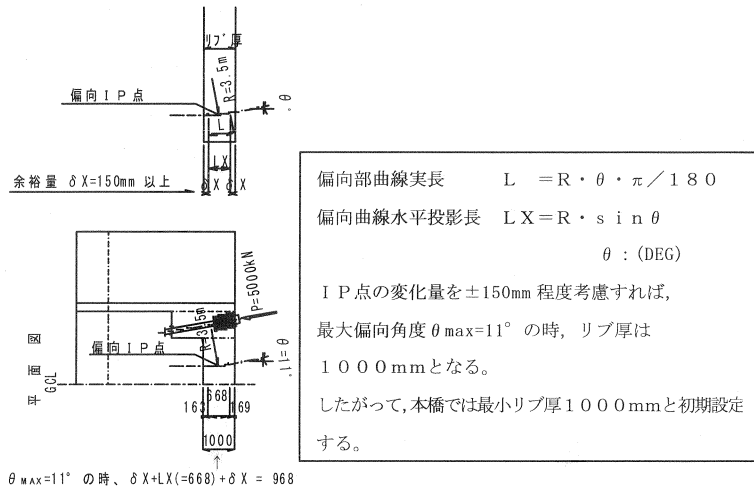


図-4 偏向曲線長と最小リブ厚

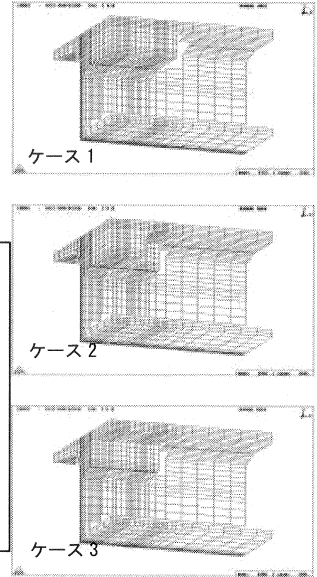


図-3 形状検討ケース

(2) 解析結果

FEMによる結果を図-5に示す。

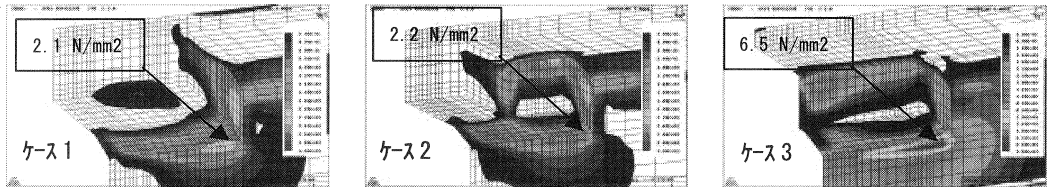


図-5 リブ厚検討結果

この結果より、最大引張応力度が 2.2N/mm² で制限値の 2.7N/mm² 以下となり、最小リブ厚 1.0m となるケース 2 を採用した。

3. 4 水平リブ突起の定着角度パラメータ解析

次に、本橋での施工ブロック長から想定される定着角度をパラメータとして発生応力度について検討した。

(1) 検討条件

定着角度は、鉛直方向の角度 θ_1 および水平方向の角度 θ_2 として、以下のケースで検討した。

CASE 1 : $\theta_1 = +5.0^\circ$, $\theta_2 = 11.0^\circ$ (曲下げ定着の場合 θ_1 は正值)

CASE 2 : $\theta_1 = -5.0^\circ$, $\theta_2 = 11.0^\circ$ (曲上げ定着の場合 θ_1 は負値)

(2) 検討結果

定着角度のパラメータ解析結果を表-2に示す。

表-2 定着角度パラメータ解析結果

ケース名	鉛直角度	水平角度	最大発生主応力度 σ_1 (N/mm ²)	判定
CASE1	+5.0	11.0	2.4	○
CASE2	-5.0	11.0	2.9	×

パラメータ解析の結果、鉛直方向

の角度で曲上げ定着となる場合、引張応力度の制限値(2.7N/mm²)を超える。したがって、定着角度をできるだけ低減する必要があることから、再度定着角度のパラメータ解析を実施し、その結果を表-3に示す。

以上のことから、本橋のケーブルさばきにおいて、
 定着角度は図-6のように計画した。

表-3 決定角度でのFEM結果

ケース名	鉛直角度	水平角度	最大発生主応力度 σ_1 (N/mm ²)	判定
CASE3	+3.0	10.0	2.3	○
CASE4	-2.0	10.0	2.5	○

4. 施工

4.1 施工概要

本橋の施工要領を図-7に示す。
 P2 橋脚から移動作業車による張出し架設を行い、A1-P1 径間は固定支保工により架設した。閉合順序は、P2 橋脚のアンバランスモーメントを軽減するため、P1-P2 径間からとし、最後に A2 側径間を吊り支保工閉合で、構造系を完成した。

4.2 水平リブ突起の施工性

全外ケーブル方式の張出し施工においては、突起部の鉄筋組立やコンクリート打設が、施工サイクル短縮に大きく影響する。今回、採用した水平リブ形状の突起は、定着鋼材の進入角度の標準化や鉄筋加工の簡素化が実現でき、省力化に寄与できた。また、コンクリート打設においても、従来の台形タイプの突起に比べ、鉛直方向の打ち込み高さが低くなったことにより、①材料分離の軽減、②締固め作業および充填状況の目視確認が容易となったことから、突起部のコンクリート充填性と作業性が向上した。

5. おわりに

板山橋は、平成16年10月に橋体を引渡し、同年12月に無事開通を迎えることができた(写真-1)。これまで暫定2車線時の冬季スキーズーンは、郡上方面のスキー客で交通渋滞が慢性化していたが、年内に美濃 IC から美並 IC までの4車線化が完了したことで、渋滞緩和が図れている。

本工事の設計・施工に際して、貴重なご指導やご協力を頂きました関係各位に対し、ここに紙面を借りて謝意を表します。

参考文献

- 1) 大中 英輝, 岡 隆延, 加藤 敏明, 小川 整:
 中国横断自動車道見延橋の大容量ケーブル定着部実物大試験報告,
 プレストレストコンクリート技術協会第10回シンポジウム論文集, pp. 237~242

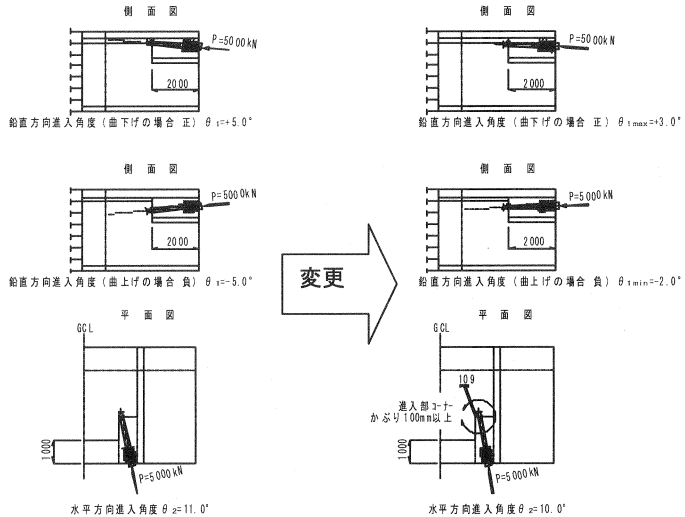


図-6 定着角度の決定

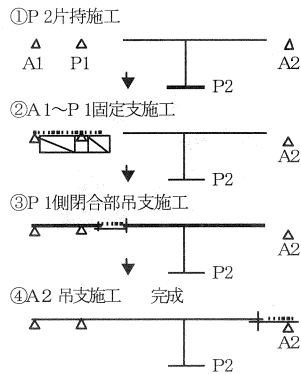


図-7 施工要領概図

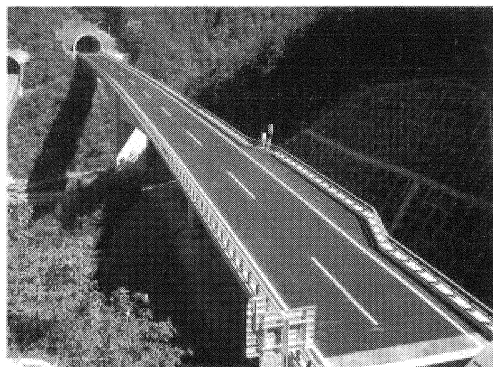


写真-1 板山橋完成写真(全景)