

## 合成桁のインテグラル橋への適用に関する基礎的研究

ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) 正会員 ○ 京野光男\* 大阪工業大学大学院 学生会員 森田晃稚\*\*  
大阪工業大学 正会員 大山 理\*\* 大阪工業大学 正会員 栗田章光\*\*

### 1. はじめに

橋梁において支承および伸縮継手といった付属構造物は、比較的高価で建設費用の大きな割合を占めるばかりではなく、維持管理上の弱点となりやすい。そこで、現在、維持管理費の削減、走行性ならびに耐震性向上を目指し、鋼桁と橋台を一体化させたインテグラル橋が注目されている。これまで、インテグラル橋の剛結部には様々な構造が採用されてきたが、著者らは、さらに合理的かつ経済的な隅角部構造の提案を考案した。

本文では、まず、既設橋梁における隅角部構造を概観し、新たな隅角部構造の提案を行う。つぎに、提案した隅角部構造を支間 20m 程度の橋梁に適用し、限界状態設計法に基づく照査を行い、実橋梁への適用性を検討した結果について報告する。

### 2. 既設のインテグラル橋の隅角部構造と提案構造

表-1 既設のインテグラル橋の隅角部構造

表-1 に示すようにインテグラル橋の隅角部構造には、種々の構造が採用されている。ここで、逢坂第2高架橋や小鉢岸川橋のように、橋台コンクリート中に横梁を用いる構造や鋼製脚を適用すると、隅角部の構造が複雑になり、また、鋼重も増加する。さらに、隅角部におけるコンクリートの充填性や均一性に難があり、したがって、経済性や施工性が悪くなると考えられる。一方、西浜陸橋や下谷池橋の隅角部構造は、簡素な構造となっており、鋼重も軽減され、経済性・施工性ともに非常に有利な構造であると言える。ずれ止め構造に着目すると、西浜陸橋や下谷池橋は、隅角部に作用する断面力に対して PBL で抵抗する構造を採用している。PBL は、剛なずれ止めとして働き、せん断抵抗は大きい。が破壊時の靱性に乏しいという短所を有している。これら既設の隅角部構造を参考に、本研究で提案する隅角部構造の概要および設計方針は以下の通りである。

- ① 隅角部の基本構造は、鋼 I 主桁を延長し橋台コンクリートに埋め込んだ構造とする。
- ② 曲げに対しては、上下フランジの支圧耐力および摩擦抵抗抗力によって抵抗するものとする。
- ③ 軸力に対しては、頭付きスタッドを配置し抵抗するものとする。

### 3. 提案する隅角部の曲げ耐力の照査

まず、照査を行う対象橋梁の概要を図-2 に示す。つぎに、隅角部構造の曲げ耐力の算定式を示す。秋山ら<sup>1)</sup>はコンクリートのフーチングに H 形鋼を埋め込んだ場合の曲げ強度が、フランジに仮定した有効幅  $b_e$  の範囲においてコンクリートの支圧耐力のみでもって抵抗するとした計算手法を示している。しかし、実際には図-3 に示すように、コンクリートの支圧だけではなく、上下フランジに作用する支圧力に対して垂直な方向に鋼とコンクリートの摩擦が作用すると考えられる。そこで、著者らは、摩擦の影響も考慮した曲げ耐力の算定式を式(1)に示すとおり提案する。

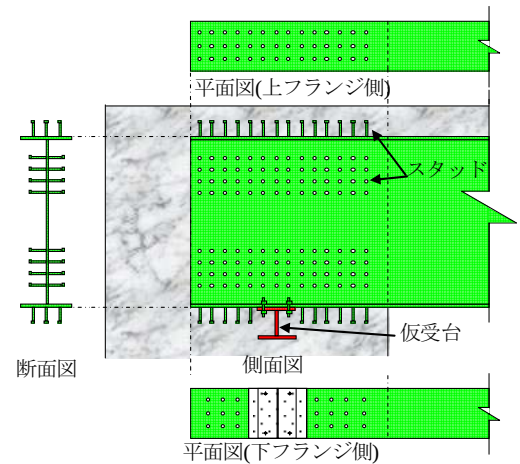
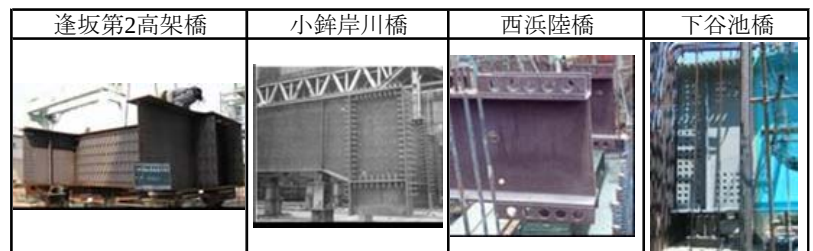


図-1 提案する隅角部構造の概要

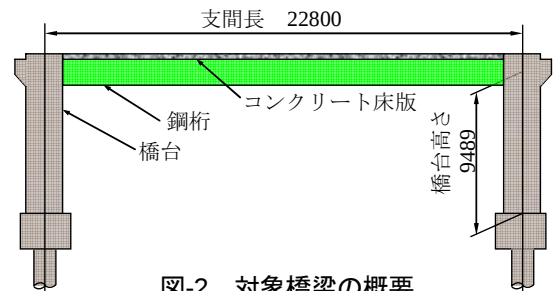


図-2 対象橋梁の概要

キーワード インテグラル橋、隅角部構造、スタッド、支圧曲げ耐力

連絡先 \* 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5 丁目 4 番 20 号 TEL : (06)6303-6971 FAX : (06)6303-3929

\*\* 〒535-8585 大阪市旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号 TEL : (06)6954-3315 FAX : (06)6551-5648

$$M_{Rd} = \frac{q\ell^2}{2} = \frac{\sigma_m db_e}{2} \frac{d/2 + \mu h}{d/4 + \ell/2 + \mu h/2} \frac{\ell}{2} \quad (1)$$

ここで、芦塚らの実験結果<sup>2)</sup>をもとに、式(1)の妥当性の検証を行った。芦塚らは、図-3に示す構造と同様に、コンクリート橋台に鋼桁を埋め込んだ場合の曲げ耐力を確認するための耐荷力実験を行った。その結果、本研究で提案した式(1)に摩擦係数 $\mu=0.6$ <sup>3)</sup>を適用した場合の曲げ耐力 $M_{\mu=0.6}$ と実験結果 $M_R$ とを比較すると、 $M_R / M_{\mu=0.6} = 0.99$ となった。以上より、本研究で提案したコンクリートに埋め込まれた鋼桁の支圧曲げ耐力の算定式は、摩擦の効果を $\mu=0.6$ として考慮することによりその妥当性が検証された。

式(1)に基づき、数値解析を行った結果、対象橋梁の隅角部の支圧曲げ耐力は $M_{Rd} = 1.40 \times 10^4 \text{ kN}\cdot\text{m}$ となった。そこで安全性の照査を行った結果、照査値を十分に満足していることを確認した。

$$\gamma_i \frac{M_{sd}}{M_{Rd}} = 1.1 \times \frac{5.71 \times 10^3}{1.40 \times 10^4} = 0.41 < 1.0 \quad (2)$$

#### 4. スタッド本数の算出と配置

軸力に抵抗するスタッド本数を算出するためのせん断耐力は、複合構造物の性能照査指針(案)<sup>4)</sup>より式(3)で示す耐力式を用いた。

$$V_{sud} = (31A_{ss}\sqrt{(h_{ss}/d_{ss})f'_{cd}} + 1000)/\gamma_b \quad \text{または} \quad V_{sud} = A_{ss}f_{sud}/\gamma_b \quad (3)$$

ここで、隅角部に配置するスタッドの断面諸元は表-3に示すとおりである。また、使用性の照査におけるスタッド1本あたりのせん断耐力は、図-4に示すコンクリートの打ち込み方向を考慮したずれ限界耐力を用い、 $V_{scd} = 0.43V_{sud}$ とする。対象橋梁の隅角部に必要なスタッド本数は、安全性および使用性の照査の結果、それぞれ44本および84本となった。以上より、隅角部構造のスタッド本数は85本とし、図-5に示すとおり配置することにする。

#### 5. まとめ

本文では、橋台コンクリートに桁を埋め込み、埋め込んだ桁に破壊時の靱性に優れたスタッドを配置した隅角部構造に対して、その妥当性の検証を行った。曲げ耐力の算定式には、埋め込んだ桁に摩擦の効果を考慮した耐力式を新たに提案し、さらに、既往の研究で行われた実験結果と比較し、その妥当性を検証した。

今回の数値解析では、既設の橋梁をモデルに数値解析を実施したため、曲げ耐力およびスタッドの配置間隔に関し十分な余裕があった。

#### 【謝 辞】

本研究を遂行するにあたり、(社)日本鉄鋼連盟から助成金を受けた。ここに記して深甚の謝意を表する。

#### 【参考文献】

- 1) 秋山 宏, 黒沢 稔, 和国信之, 西村 功: 鋼構造埋込形式柱脚の強度と変形-H形断面柱が強軸曲げを受ける場合, 日本建築学会論文報告集, 第335号, pp.45~53, 1984年1月。
- 2) 芦塚憲一郎, 堀井 千絵, 和田 圭仙, 佐古 周一: 鋼ポータルラーメン橋剛結部への孔あき鋼板ジベルの適用, 土木学会第61回年次学術講演会講演概要集, 共通セッション, pp.145~146, 2006年9月。
- 3) 園田恵一郎, 鬼頭宏明, 中島一男, 上中宏二郎: 突起付き鋼板のせん断伝達特性に関する系統的研究, 土木学会論文集, No.598/I-44, pp.183~202, 1998年7月。
- 4) 土木学会 鋼・コンクリート合成構造連合小委員会: 複合構造物の性能照査指針(案): 丸善株, 2002年10月。

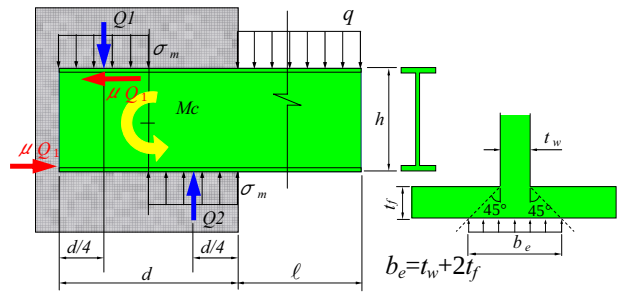


図-3 支圧と摩擦の伝達機構

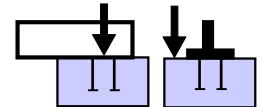


図-4 コンクリートの打ち込み方向

表-3 隅角部に配置するスタッドの諸元

|            |        |            |                            |
|------------|--------|------------|----------------------------|
| スタッド       | 軸径     | $d_{ss}$   | 19.0 (mm)                  |
|            | 断面積    | $A_{ss}$   | 283.5 (mm <sup>2</sup> )   |
|            | 高さ     | $h_{ss}$   | 150.0 (mm)                 |
|            | 引張基準強度 | $f'_{sud}$ | 500.0 (N/mm <sup>2</sup> ) |
| コンクリート圧縮強度 |        | $f'_{cd}$  | 40.0 (N/mm <sup>2</sup> )  |

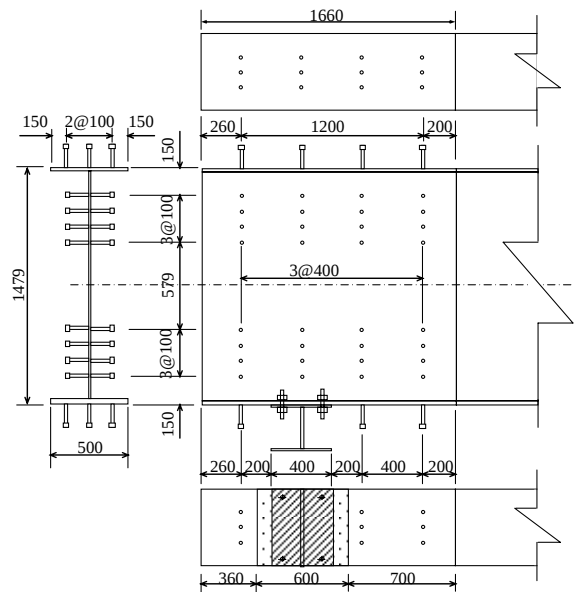


図-5 隅角部詳細