

第 I 部門

既設単純合成桁橋のジョイントレス構造化に関する基礎的研究

大阪工業大学大学院

学生員 ○奥田 直人

(株)総合技術コンサルタント

藤堂 仁史

大阪工業大学

正会員 今川 雄亮

大阪工業大学

正会員 大山 理

1. はじめに

近年, 完成から 50 年が経過する橋梁が急速に増加し, 橋梁の維持管理が大きな課題となっている. わが国では, 支承や伸縮装置を用いた橋梁形式が多数採用されているが, これらの部材は損傷が一番発生しやすく, 今後の維持管理費に占める割合が大きく膨らむことが懸念されている. そこで, 支承や伸縮装置を用いず, 主桁端部と橋台部を剛結し, ライフサイクルコストの削減が期待できるジョイントレス構造が注目されている. 現在, 道路橋において, ジョイントレス構造は, 新設橋にのみ採用されており, 既設橋梁をジョイントレス化した事案は見られない. しかし, 図-1 に示すように, 既設橋梁をジョイントレス化することができれば老朽化対策への大きな打開策となることが期待できる¹⁾.

そこで, 本文では, 単純合成桁橋のジョイントレス化における隅角部の構造提案を行い, 限界状態設計法の安全性に対する照査を行った結果について報告する.

2. 隅角部構造の提案

ジョイントレス化における隅角部は, 図-2 に示すように, 鋼桁に頭付きスタッドを溶植, 橋台にはアンカー鉄筋を挿入して, コンクリートを打ち込むことで一体化する構造とする. 本研究では, 図-2 に示す 3 つの断面において, 2014 年制定 複合構造標準示方書²⁾に準拠し, 安全性に対する照査を行う. 隅角部①では, 図-3 および図-4 に示すように, 軸方向力に対しては, ウェブ中央部($H/2$ の範囲)の頭付きスタッド, 曲げモーメントに対しては, 上下フランジと上下ウェブ($H/4$ の範囲)の頭付きスタッドの抵抗力を主桁中央が回転軸と仮定して, 偶力モーメントに置き換えて抵抗する. なお, 頭付きスタッド 1 本あたりの抵抗力には, 文献 2)における設計せん断耐力を用いる. 隅角部②では, アンカー鉄筋と隅角部に打ち込んだコンクリートで構成される RC 断面において, 軸方向力が作用する状態での曲げ耐力を算定し, 照査を行う³⁾. 支点部では, ジョイントレス化後の設計作用力によって負曲げが生じる. したがって, 床版のコンクリートを無視し, 配力鉄筋と鋼桁で構成される合成断面において, コンパクト断面, ノンコンパクト断面ならびにスレンダー断面のいずれに該当するのか分類した後, 断面の種類に

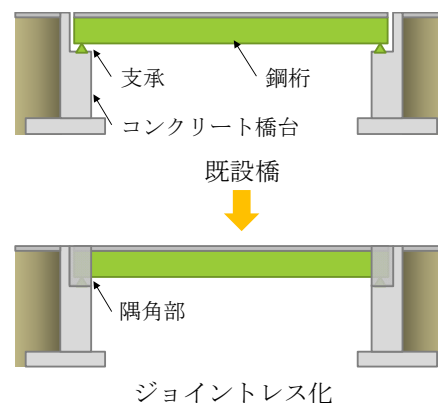


図-1 ジョイントレス化の概要

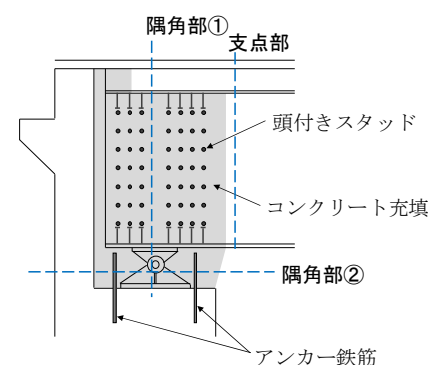


図-2 照査位置

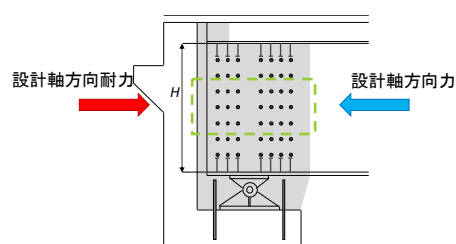


図-3 軸方向力に対するモデル

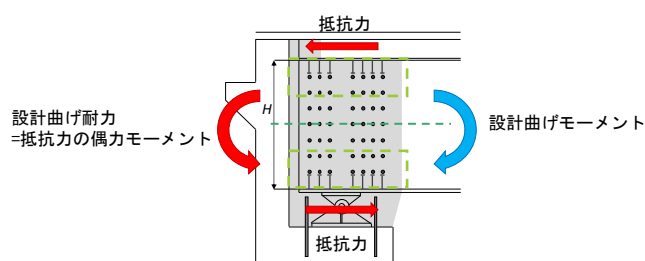


図-4 曲げモーメントに対するモデル

応じて曲げ耐力を算定し、照査を行う。なお、道路橋示方書⁴⁾に基づいて設計された合成桁のジョイントレス断面は、ほとんどの場合、スレンダー断面に分類されるため、その場合、局部座屈の影響を考慮して曲げ耐力を算出する。

3. 対象橋梁

本研究では、ジョイントレス化前の既設橋のモデルとして文献 4)に準拠した支間 30m、橋台高さ 8m の単純合成桁橋(3 主桁)を用いることにする。対象橋梁の合成断面の概要を図-5 に示す。

なお、既設橋をジョイントレス化した場合、隅角部には、せん断力に加えて新たに軸方向力と曲げモーメントが作用する。本研究の対象橋梁においては、活荷重、温度荷重(+30℃)、常時側圧(左向き)が同時に作用する場合、最も大きい設計断面力となり、その値を用いて照査を行う。また、隅角部②においては、隅角部に打ち込むコンクリートの自重も考慮した設計軸方向力を用いる。なお、照査に用いる安全係数は、文献 2)に準拠する。

4. 断面の照査

各断面における安全性に対する照査結果を表-1 に示す。

隅角部①では、頭付きスタッドを図-6 に示すように溶植すると設計軸方向力 461kN に対して設計軸方向耐力 940kN、設計曲げモーメント 2095kNm に対して設計曲げ耐力 3854kNm と照査を満足する結果となった。

隅角部②では、D32 のアンカー鉄筋を 20 本配置すると設計曲げモーメント 5629kNm に対して設計曲げ耐力 6165kNm と照査を満足する結果となった。なお、文献 2)に準拠しアンカー鉄筋の定着長を計算したところ 1176mm となったが、アンカー鉄筋を挿入するコンクリート橋台側と隅角部側で等しい定着長が必要となるため、全長は 2.4m 程度必要になることがわかった。

支点部は、スレンダー断面と分類され、設計曲げモーメント 2095kNm に対して設計曲げ耐力 4672kNm となり、照査を満足する結果となった。

5. おわりに

本研究では、既設の単純合成桁橋をジョイントレス化し、設定した 3 つの断面において限界状態設計法の安全性に対する照査を行った結果、全ての断面で照査を満足する結果となった。

本構造の実用化に向けての課題は以下の通りである。

- 隅角部②断面において、全長 2.4m 程度のアンカー鉄筋が必要になったが、狭い桁下空間において長さのあるアンカー鉄筋をコンクリート橋台に挿入することは施工的観点からみて大変困難であり、アンカー鉄筋を折り曲げるなどの検討が必要である。
- 本研究では隅角部周辺の 3 つの断面においてのみ照査を行ったが、支間中央部などその他の断面での照査も行うことや、使用および疲労限界状態における照査も必要である。また、下部構造への影響も検討を行う必要がある。

【参考文献】

- 今川雄亮, 根上 仁, 中原正人, 新平信幸, 大山 理:既設単純合成桁橋のポータルラーメン化に関する研究, 第 12 回復合・合成構造の活用に関するシンポジウム講演概要集, pp.40-1~40.8, 2017 年 11 月
- 土木学会複合構造委員会, 複合構造標準示方書小委員会: 2014 年制定 複合構造標準示方書[設計編], 2015 年 3 月。
- 土木学会コンクリート委員会: コンクリート標準示方書, 1986 年 10 月。
- 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 I~V 編, 2012 年。

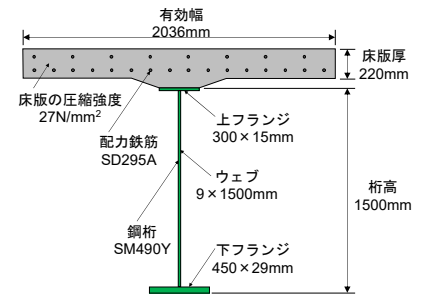


図-5 対象橋梁の合成断面

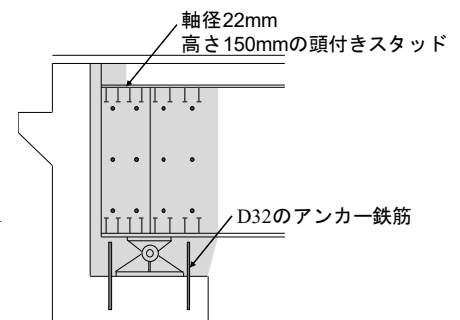


図-6 スタッド配置

表-1 照査結果

照査断面位置	断面力	設計断面力*	設計断面耐力	判定**
隅角部①	軸方向力 (kN)	384	940	0.49 OK
	曲げモーメント (kNm)	1746	3854	0.54 OK
隅角部②	軸方向力 (kN)	1532	—	— OK
	曲げモーメント (kNm)	4691	6165	0.91 OK
支点部	曲げモーメント (kNm)	1746	4672	0.45 OK

*隅角部①, 支点部は主桁一本あたり, 隅角部②は橋台全幅あたりの値

**構造物係数 $\gamma_f=1.2$ とする