

## 道路トンネル分岐合流部に適用する特殊セグメントの開発（その2） フランジ付セグメント単体曲げ試験・継ぎ手曲げ試験

大成建設(株)本社土木設計部    正会員   日高 直俊   〇川島 広志  
大成建設(株)東京支店        正会員   山本 亮太   伊藤 潤

### 1. はじめに

道路トンネルの分岐合流部工事（以降、本工事）の本線ランプセグメント接合区間は、本線シールドとランプシールドを地中で切抜げ、ランプトンネル分流部を構築する工事である。接合区間においては、扁平な断面形状であり、複雑な施工ステップを伴うことから発生断面力が大きくなる傾向がある。そこで、接合区間の発生断面力に対応すべく、各部位において新構造を開発した。本稿では、採用した新構造の一つであるフランジ付セグメントの単体曲げ試験、継手曲げ試験結果について報告する。

### 2. フランジ付セグメントの構造

本構造の概念図・特徴を図1に示す。フランジ付セグメントは、覆工本体耐力を向上させるため、通常の鋼製セグメントのスキンプレート部分に厚板を使用しスキンプレート部も構造部材として機能させる新構造である。高耐力を確保するために主桁には設計降伏強度が  $700\text{N/mm}^2$  である橋梁用高性能鋼板（SBHS700）を使用した。

また、フランジ付セグメントを連結するセグメント継手部は、フランジ部も構造部材として考慮しているため、フランジ部の断面力を継手部でスムーズに伝達する必要がある。そこで継手におけるボルト配置をコの字形状に配置し、フランジ側に継手ボルトを集中配置させることで断面力をスムーズに伝達させる構造を採用した。

### 3. 試験内容

#### 3. 1. 試験目的

フランジ付セグメントは、主桁フランジ部も全幅有効に機能すると想定し耐力計算を実施しているため、単体曲げ試験にて、主桁全断面が有効に機能しているか確認する。

継手部においても、特徴的な継手ボルト配置を採用しており、継手部耐力が設計上の想定と乖離ないか継手曲げ試験にて確認する。

#### 3. 2. 試験概要

図2に本体部曲げ試験概要を、図3に継手曲げ試験概要を示す。試験体断面は  $700\text{mm}\times 700\text{mm}$  の実物大試験体とし、主桁にはSBHS700を使用し、ウェブ厚、フランジ厚ともに  $70\text{mm}$  とした。また継手曲げ試験体の継手部には、M60のボルトを10本配置した。主桁鋼材の長期許容応力度は、 $410\text{N/mm}^2$  である。

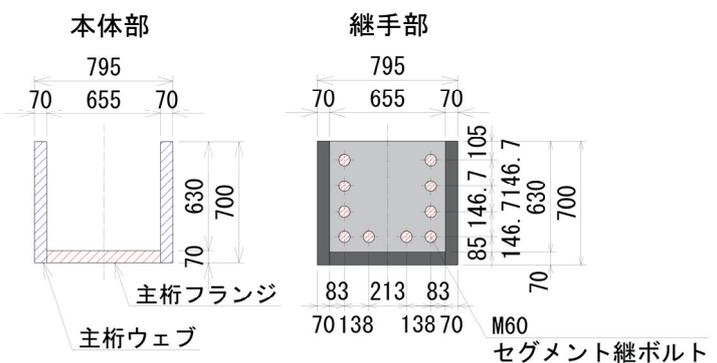


図1 フランジ付セグメント構造概要

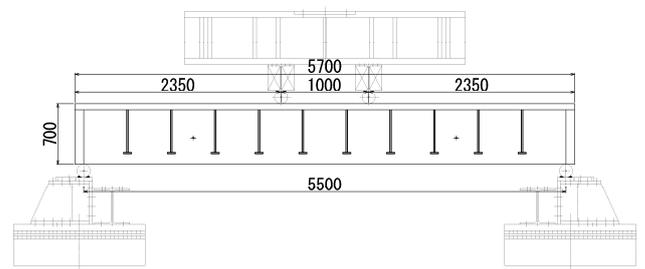


図2 単体曲げ試験概要

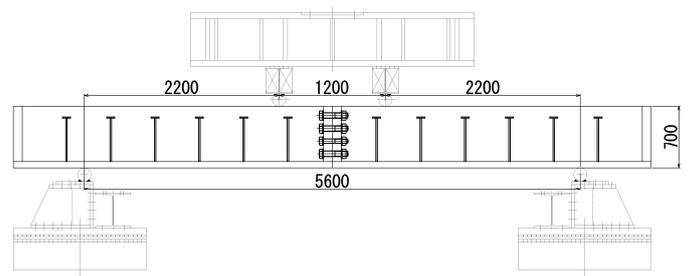


図3 継手曲げ試験概要

表1 使用材料物性

部材	材料
主桁	SBHS700
継手板	SBHS500
縦リブ	SM490YA
セグメント継手ボルト	10.9

キーワード 分岐合流部, 非開削切抜げ工法, SBHS, セグメント, セグメント継手, 曲げ試験

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株)土木設計部都市土木設計室 TEL 03-5381-5417

単体曲げ試験では、主桁断面を全断面有効と想定し、鋼材に発生する応力度が長期許容応力度である 410N/mm<sup>2</sup> となる荷重として 5760kN まで正曲げで載荷し、発生応力度が想定値±5%の誤差以内となるか確認する。誤差の許容範囲の 5%は、部材寸法のばらつきを考慮した限界状態設計法の安全係数を準用した。継手曲げ試験では、設計計算で継手部に発生すると想定される断面力を発生させるための荷重として、2426kN を負曲げで載荷し、継手ボルトに発生する引張力が制限値以下となるか確認する。

4. 試験結果

4. 1. 単体曲げ試験

単体曲げ試験における主桁内縁側発生応力度を図 6 に示す。試験の結果、主桁内縁側の発生応力度は 401N/mm<sup>2</sup>, 396N/mm<sup>2</sup> であり、判定基準値である 390N/mm<sup>2</sup>~430N/mm<sup>2</sup> 範囲内であった。主桁フランジ部の幅方向の発生ひずみ分布を図 7 に示す。フランジの発生応力度は誤差、-2%~4%となり、幅方向にほぼ応力度が均一に発生しており、主桁全断面が有効に機能していることを確認した。

4. 2. 継手曲げ試験

継手曲げ試験における荷重 - ボルト発生軸力関係を図 8 に示す。継手曲げ試験では、載荷荷重 700kN 程度までは、ボルトの初期導入軸力（長期許容応力度相当とし 898kN を導入）の影響でボルト軸力は初期導入軸力よりほぼ変化しない。その後最外縁ボルトの軸力が増加するが、最終荷重時の最大ボルト発生軸力は、1489kN であり、制限値である 1636kN 以下であることを確認した。

5. まとめ

本工事で採用する新構造であるフランジ付セグメント耐力確認のために、実物大試験体における単体曲げ試験・継手曲げ試験を行い、本構造が耐力を有する構造であることを確認した。

参考文献

- 1) 道路トンネル分岐合流部に適用する特殊セグメントの開発（その 1）特殊セグメント試験計画概要 日高他 2019 年投稿中

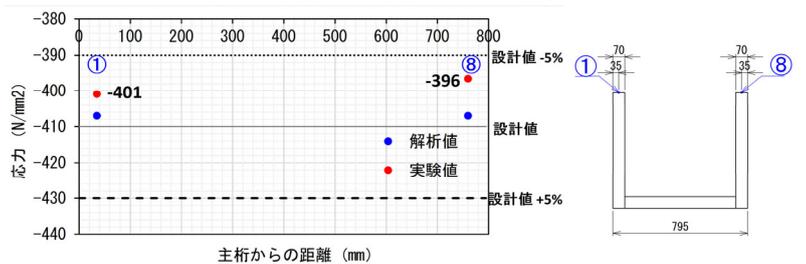


図 6 主桁内縁側発生応力度

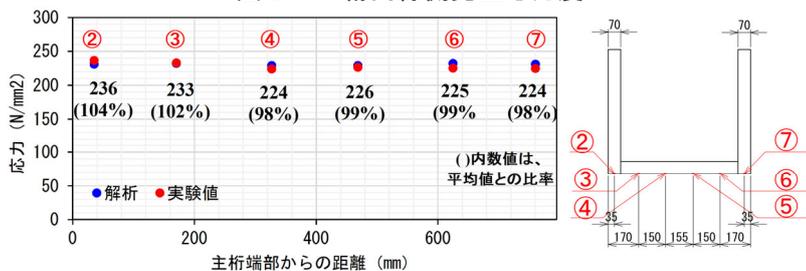


図 7 主桁フランジ発生応力度分布

表 2 単体曲げ試験結果

計測位置	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
発生応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	-401	236	233	224	226	225	224	-396



図 4 単体曲げ試験状況



図 5 継手部写真

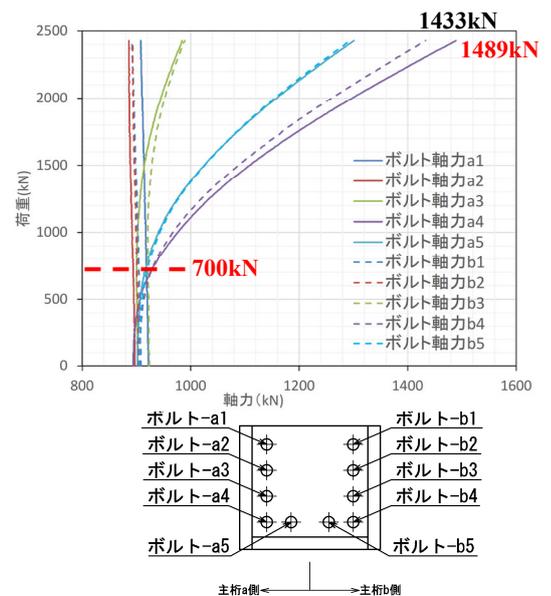


図 8 継手曲げ試験荷重 - ボルト軸力関係

表 3 継手曲げ試験結果

計測位置	軸力 (kN)		制限値
ボルト-a4	1489	91%	1636kN
ボルト-a5	1301	80%	
ボルト-b5	1301	80%	
ボルト-b4	1433	88%	