

国道 45 号 久慈大橋外上部工工事

CONSTRUCTION OF KUJI BRIDGE ON NATIONAL ROUTE 45

桑原 英之\* 角山 隆司\*\* 高松 幹正\*\*\* 錦織 洋介\*\*\*  
Hideyuki Kuwabara Takashi Kakuyama Mikimasa Takamatsu Yosuke Nishikori

1. まえがき

国道 45 号三陸沿岸道路「野田久慈道路(普代～久慈)」は、下閉伊郡普代村代 16 地割から久慈市新井田(久慈 IC)を結ぶ延長約 25 km の自動車専用道路である。この道路は、国道 45 号の線形不良区間、津波浸水区間を回避し、走行性を向上させるとともに、所要時間の短縮により救援物資の輸送拠点となる久慈港と宮古市間のアクセス性向上、救急医療施設への速達性向上等の効果が期待されている。

本工事は、三陸沿岸道路「普代～久慈間」改築事業の一環として、久慈大橋(上り線・下り線)および久慈長内 1 号橋(仮称)の架設と既設橋梁である久慈大橋(本線)の拡幅および改良を行う工事である(図-1)。また、表-1 に本工事の工事内容、架設工法および改良工種を示し、久慈大橋の構造一般図を図-2 に示す。

本工事の本線拡幅部と既設桁間の分配横桁の接続は、

構造上の問題で一般的な高力ボルト構造ではなく、現場溶接構造が採用されており、供用中の鋼桁に完全溶け込み溶接を実施する必要があった。本稿では、供用下における横桁仕口部の現場溶接を行うにあたっての事前検証について報告する。

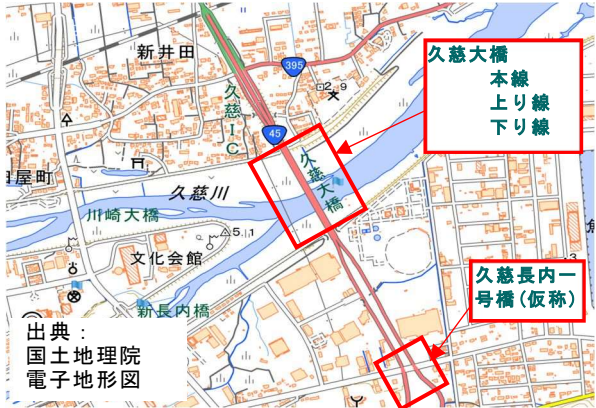


図-1 位置図

2. 工事概要

表-1 工事内容、架設工法および改良工種

| 工事名  | 国道45号 久慈大橋外上部工工事                                   |                                                                         |                                                                         |                                          |
|------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 発注者  | 国土交通省 東北地方整備局 三陸国道事務所                              |                                                                         |                                                                         |                                          |
| 工事場所 | 岩手県 久慈市長内町第34地割～久慈市新井田第5地割 地内                      |                                                                         |                                                                         |                                          |
| 工期   | 平成31年1月24～令和3年6月25日                                |                                                                         |                                                                         |                                          |
| 橋名   | 久慈大橋 本線 (P4-A2) 拡幅<br>本線 (A1-A2) 改良工事              | 久慈大橋 上り線                                                                | 久慈大橋 下り線                                                                | 久慈長内1号橋(仮称)                              |
| 構造形式 | 鋼4径間連続鈑桁橋×2連                                       | 鋼8径間連続鈑桁橋                                                               | 鋼8径間連続鈑桁橋                                                               | 鋼単純鈑桁橋                                   |
| 橋長   | A1-P4 : 135.200m<br>P4-A2 : 135.200m               | 268.116m                                                                | 273.132m                                                                | 51.700m                                  |
| 桁長   | A1-P4 : 134.600m<br>P4-A2 : 134.600m               | 267.116m                                                                | 272.132m                                                                | 51.500m                                  |
| 支間長  | A1-P4 : 4@33.500m<br>P4-A2 : 4@33.500m             | 31.916m+33.500m+33.500m<br>+33.900m+33.951m+33.559m<br>+33.531m+32.059m | 34.484m+33.500m+33.500m<br>+33.940m+33.955m+33.529m<br>+33.515m+34.510m | 50.500m                                  |
| 道路規格 | 第1種 第3級 (B活荷重)                                     | 第3種 第2級 (B活荷重・群集荷重)                                                     | 第3種 第2級 (B活荷重・群集荷重)                                                     | 第1種 第3級 (B活荷重)                           |
| 床版形式 | RC床版                                               | RC床版                                                                    | RC床版                                                                    | PCaRC床版                                  |
| 有効幅員 | A1-P4 : 10.750m<br>P4-A2 : 10.750m                 | 8.000m                                                                  | 8.000m                                                                  | 13.500m                                  |
| 平面線形 | R=∞                                                | R=∞                                                                     | R=∞                                                                     | A=550m                                   |
| 縦断勾配 | A1-P4 : -0.190%<br>P4-A2 : -0.190%                 | -0.190%～-0.071%                                                         | -0.190%～-0.077%                                                         | +1.200%                                  |
| 横断勾配 | A1-P4 : -2.000%～+2.000%<br>P4-A2 : -2.000%～+2.000% | 車道 : +2.000%, 歩道 : -2.000%                                              | 車道 : -2.000%, 歩道 : +2.000%                                              | -2.000%～+2.000%                          |
| 斜角   | 82°30' 00" (A1) 90°00'00" (P4)<br>85°30' 00" (A2)  | 82°30' 00" (A1)<br>85°30' 00" (A2)                                      | 82°30'00" (A1)<br>83°48'09" (A2)                                        | 90°11' 29.38" (A1)<br>89°53' 29.64" (A2) |
| 鋼材重量 | 拡幅 : 218.6t, 改良 : 158.8t                           | 457.1t                                                                  | 482.7t                                                                  | 255.6t                                   |
| 架設工法 | ベント併用トラッククレーン工法                                    | ベント併用トラッククレーン工法                                                         | ベント併用トラッククレーン工法                                                         | ベント併用トラッククレーン工法                          |
| 改良工種 | 支承取替・分配横桁取替・横構取替・対傾構補強・検査路新設                       | —                                                                       | —                                                                       | —                                        |

\* 工事本部 橋梁工事部 工事1課 \*\*工事本部 橋梁工事部 工事2課  
\*\*\* 技術開発本部 橋梁設計部 東京設計課

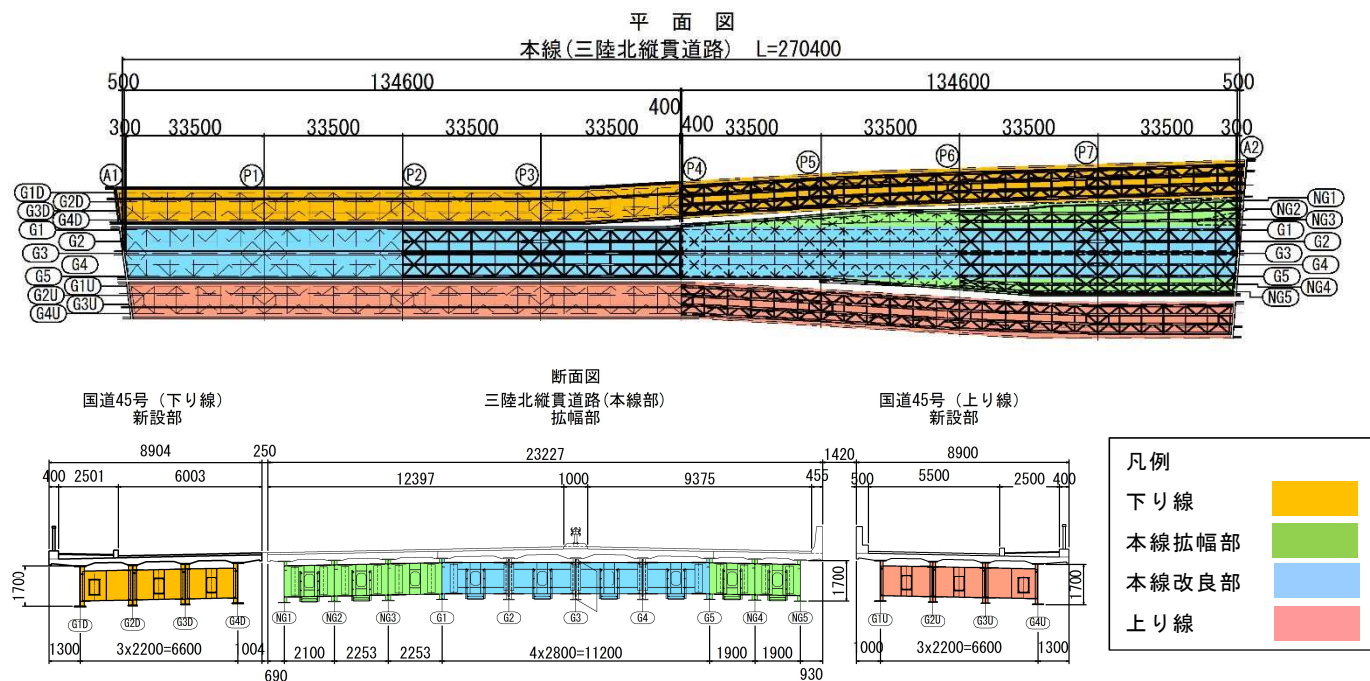


図-2 構造一般図

### 3. 供用下における横桁仕口部の現場溶接

#### 3.1 概要

既設橋梁である久慈大橋本線（鋼 4 径間連続非合成鈹桁橋：P4-A2）の拡幅を行うため、本線供用下の中、図-3 に示す○印の本線荷重分配横桁部に、新設する拡幅桁と取合うための横桁仕口を現場溶接により改築する必要があった。

本章では、供用下における現場溶接を施工するにあたり構造物の安全性、継手部の品質を確保するために検証した内容について報告する。

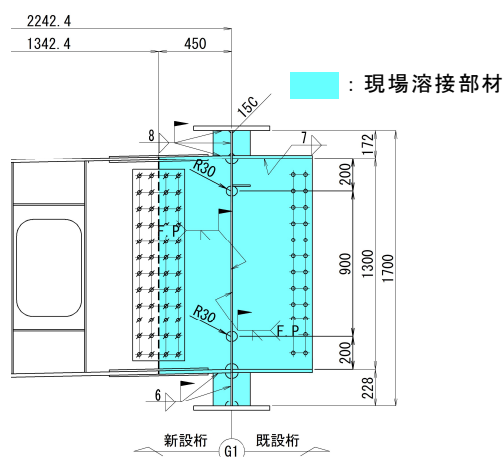
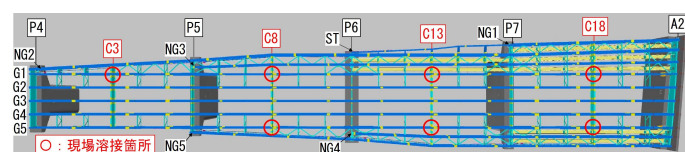


図-3 久慈大橋分配横桁仕口の現場溶接箇所

#### 3.2 検証内容

供用下における現場溶接作業中の構造物の安全性、作業後の継手および部材性能を確保することが可能かどうかを判断する項目として、文献 1) では以下の 3 項目が挙げられている。

- ① 溶接入熱による部材、構造物の不安定現象
- ② 振動による溶接欠陥
- ③ 変動荷重の作用による溶接欠陥

それぞれの検討項目について、次節にて各種検証結果を示す。なお、本橋では竣工図面および橋歴板などから、溶接構造用圧延鋼材 (SM 鋼材) を使用していることを確認し、既設母材に及ぼす溶接の影響は小さいと判断した。

#### 3.3 検証結果

各種検証結果を以下に示す。なお、照査箇所は、図-3 に示す○印の中で、断面力が最大となる P7-A2 間の G1 桁 C18 を対象として検証した。

##### 3.3.1 溶接入熱に対する断面照査

3.2①の項目を確認するため、溶接入熱の影響を考慮した断面照査を実施した。分配横桁仕口部の腹板高を 3 分割 (200, 900, 200 mm) して溶接施工する計画とした。分割範囲は、仕口腹板上下および中間部の溶接時に、熱影響範囲が断面欠損しても許容値を超過しないことを確認して決定した。入熱により、鋼材のヤング係数が低下する範囲 (300℃を越える範囲) を断面欠損部とした照査結果を表-2 に示す。その結果、照査応力度は全て許容値内であることを確認した。なお、断面力は、供用下での施工を想定して永続荷重 (死荷重) と、変動荷重である活荷重

表-2 G1 桁 C18 の最大断面力での各断面照査結果

| 主桁作用応力度   |                                 | 曲げ応力度<br>$\sigma$<br>( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) | 許容応力度<br>$\sigma_a$<br>( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) | 判定 | せん断応力度<br>$\tau$<br>( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) | 許容応力度<br>$\tau_a$<br>( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) | 判定 | 合成応力度 | 許容値 | 判定 |
|-----------|---------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----|-------|-----|----|
| 現場溶接前（現況） |                                 | 196.1                                           | 210                                               | OK | 28.5                                           | 120                                             | OK | 0.87  | 1.2 | OK |
| 現場溶接時     |                                 |                                                 |                                                   |    |                                                |                                                 |    |       |     |    |
| 欠損範囲      | ①ウェブ上部<br>( $L=200\text{mm}$ )  | 207.6                                           | 210                                               | OK | 32.2                                           | 120                                             | OK | 0.99  | 1.2 | OK |
|           | ②ウェブ中間部<br>( $L=900\text{mm}$ ) | 200.8                                           | 210                                               | OK | 60.5                                           | 120                                             | OK | 1.11  | 1.2 | OK |
|           | ③ウェブ下部<br>( $L=200\text{mm}$ )  | 205.9                                           | 210                                               | OK | 32.2                                           | 120                                             | OK | 0.97  | 1.2 | OK |

 主桁腹板 ( $t=9\text{mm}$  SM50YB) 1985年竣工

最大時を用いた。

### 3.3.2 振動対策の要否

#### (1) 振動計測

振動計測は、図-4・写真-1 に示す本線 P7～A2 間 C18 付近 G1 桁に加速度計を設置して実施した。交通量が多い昼間計測の規制ありとなし、および、交通量が少ない夜間の3種類の車両通行状況が異なる波形を得ることができた。計測期間中における変位の最大値を示す「昼間（規制なし）」を図-5 に示す。計測で得られた加速度を積分することにより得られる変位と加速度スペクトルを示している。なお、それぞれの最大変位は「昼間（規制あり）：0.261 mm」、「夜間：0.189 mm」、「昼（規制なし）：3.16 mm」であり、車両規制により「昼（規制なし）」と比べると、計測値は十分小さな応答を示すことが確認できた。

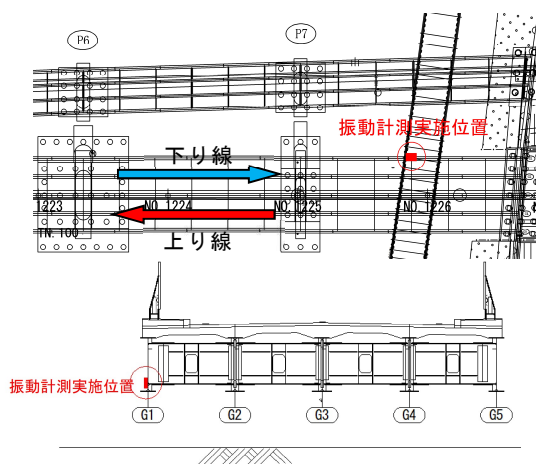


図-4 P7～A2間 C18 付近の振動計測位置図

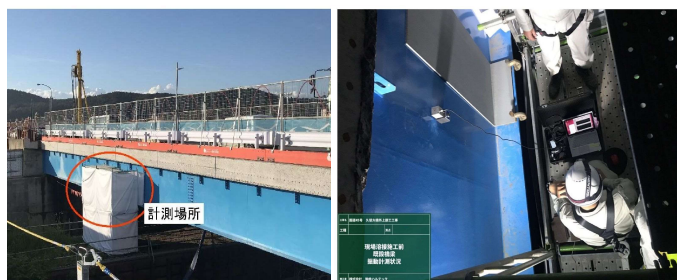


写真-1 昼間（規制あり）の車両通行状況（左）と  
夜間の振動計測状況（右）

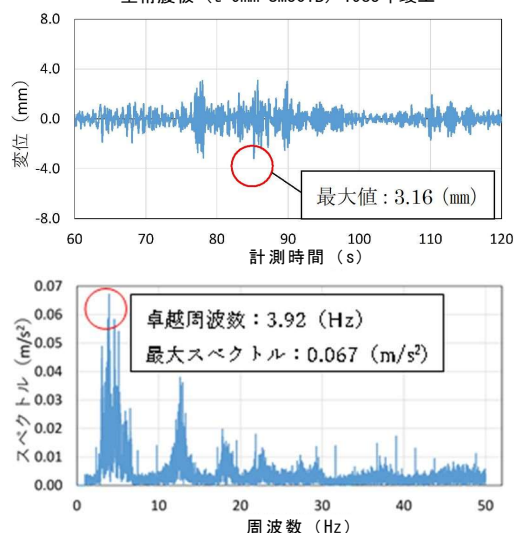


図-5 昼間計測（規制なし）で得られた変位（上）とスペクトル（下）

#### (2) 管理限界値との比較

計測で得られた加速度を、文献1)に示されている溶接が可能な基準値【管理限界】と比較し、施工時刻や支保工設置の有無について確認を行った。文献1)に示された管理限界のグラフに計測結果（スペクトル上位15個のデータ）をプロットした結果を図-6 に示す。

その結果、「昼（規制なし）」の時間帯で管理限界値の40%程度であった。また、「昼（規制あり）」、「夜間」の時間帯では管理限界値の3%未満であり、十分小さいことがわかった。以上の振動計測結果より、施工時刻の制限や支保工設置などの振動対策を必要とすることなく溶接を行うことが出来ることを確認した。

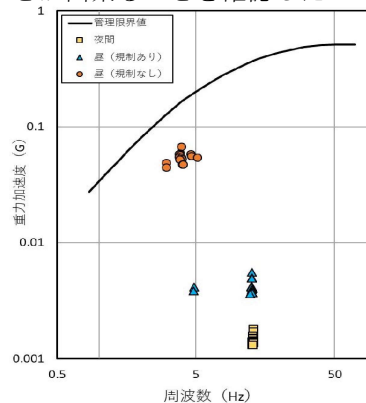


図-6 管理限界値と計測結果（プロット）

### 3.3.3 変動荷重および振動に対する溶接施工試験

本試験では、供用下での溶接となるため、既設橋である久慈大橋に仕口を取り付けた状態で溶接を行った試験体と振動の無い現場ヤード内で仕口を溶接した試験体を製作し、溶接材料、溶接方法について確認を行った。試験体は図-7に示す。高温割れ防止のため文献 1)を参考に溶接パス間温度を 150℃以下としてサーモグラフィによる温度管理を実施した。久慈大橋に取り付けた状態で溶接した試験体のマクロ試験結果を写真-2に示す。

以上の結果より、車両通行などによる変動荷重・振動の有無や実施工に使用する溶接材料などを用いて溶接施工試験を行い、温度管理、外観・非破壊検査およびマクロ試験により、いずれの条件においても健全な溶接継手部が形成されていることが確認できた。

また、図-8は、試験体を久慈大橋に取り付けた状態での、溶接層 1 層目の温度分布を、サーモグラフィを用いて計測した状況を示す。300℃以上の高温範囲は 200mm 程度で文献 1)の温度分布(400 mm 程度)より狭い範囲であり、溶接施工後 4 分程度で 150℃以下になることがわかった。

## 4. まとめ

久慈大橋における供用下での現場溶接について、作業中の構造物の安全性、作業後の継手部の品質を確保することが可能か検証した結果を以下にまとめる。

- ①溶接による熱影響部を断面欠損として断面照査を行った結果、応力的には問題ないことを確認した。
- ②振動計測の結果、交通量が多い昼間の計測結果でも管理限界値以下であり、施工時刻の制限や支保工の設置などの振動対策を必要とすることなく溶接を行うことができる結果を得た。
- ③車両通行などによる振動の有無や実施工に使用する溶接材料などを用いて溶接施工試験を行い、外観検査、非破壊検査およびマクロ試験により、いずれの条件においても健全な溶接継手部が形成されることを確認した。

以上の検証結果より、作業中の構造物の安全性、作業後の継手部の品質を確保することができると判断した。

実施工では、より万全を期し確実に作業中の構造物の安全性、作業後の継手部の品質を確保するため、活荷重の低減を目的として交通量の少ない夜間に支保工を設置して、無事施工を完了できた。

## 5. あとがき

本工事は、新設橋梁 3 橋の架設と既設橋梁の拡幅・補修を行う工事であった。その中で、供用中の既設橋梁を

拡幅するため、現場溶接を行う必要があったが、関係部署において十分な検討を行った結果、無事施工を終えることができた。

最後に、本工事の施工にあたりご指導いただきました三陸国道事務所の皆様ならびに関係者の皆様に心から感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 日本鋼構造協会：供用下にある鋼構造物の溶接施工指，平成 4 年 6 月

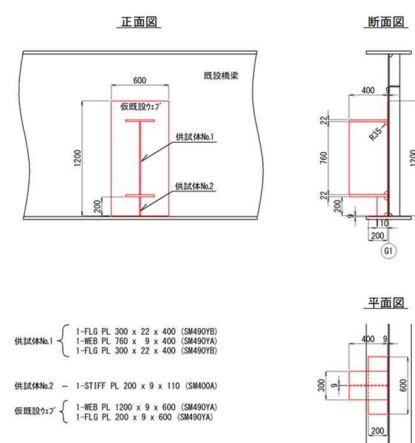


図-7 溶接施工試験 試験体

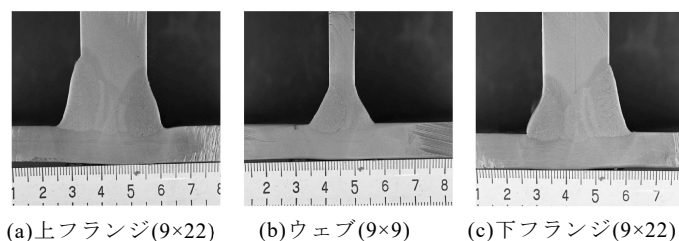


写真-2 マクロ試験結果例(久慈大橋取付：振動あり)

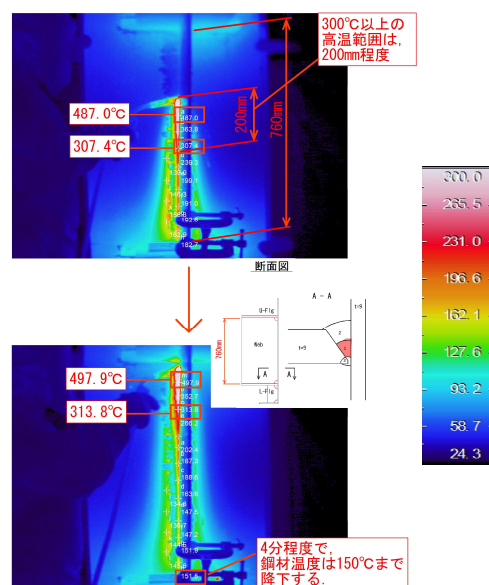


図-8 サーモグラフィを用いた温度分布計測