

## ボルト接着継手を有する鋼板接着補強 RC 桁の耐力試験

(独)土木研究所 正会員 吉田 英二 正会員 村越 潤 正会員 木村 嘉富  
正会員 田中 良樹 正会員 飯塚 拓英

## 1. はじめに

約 75 年供用され撤去された RC 主桁（供試体 S1, S2）の曲げ耐力試験では、主桁下面に鋼板接着補強が施されていたにもかかわらず、補強のない RC 桁の計算耐力に相当する荷重で、主桁下面の補強鋼板の接着継手部（以下、継手部）の破壊が発生したため、曲げ耐力の補強効果がほとんど得られなかった<sup>1)</sup>。引き続き、文献 1) と同じ橋梁の第 1 径間 G2 桁（供試体 S3）及び第 7 径間 G1 桁（供試体 S4）の 2 体を用いて、継手部の強度を改善した上で、鋼板接着補強された RC 桁の曲げ耐力試験を行った。継手部の改善は、片側施工の可能なワンサイドボルトを継手部に付加してボルト接着継手とすることによった<sup>2)</sup>。

## 2. 供試体

図-1, 2 に、供試体 S4 を例に、耐力試験前後の外観及び耐力試験後の切断面を示す。耐力試験前の供試体 S4 のウェブ側面のひび割れは、供試体 S3 と比較して広範囲に見られ、かつ、供試体 S4 では、下段の主鉄筋に沿ったひび割れが確認できた。床版側面（切断面）には、両供試体ともに無数の水平方向のひび割れが確認された。補強鋼板の叩きによる浮きの調査では、供試体 S4 の全域に浮きが確認され、供試体 S3 でも継手部を除いてほぼ全域に浮きを確認された。耐力試験後の主桁からコンクリートコア及び鋼材を採取し、材料試験を行った。主桁ウェブの切断面から採取したコンクリートコアの圧縮強度は、供試体 S3, S4 それぞれ 46.6MPa, 26.9MPa, 弾性係数は、339GPa, 259GPa であった。また、主鉄筋及び鋼板の降伏点は、それぞれ 405MPa, 305MPa であった。

各供試体に、2 箇所ある継手部は、接着剤を用いた片面接着継手であり、この部位にワンサイドボルトを挿入して補強した（導入軸力は、カタログ値で 131kN, F8T 相当）。ボルトの配置は、アンカーの近くで、主鉄筋に干渉しない位置とした。ボルト軸力の径時変化測定は、ボルト軸力と比例関係にあるボルト軸端部のひずみにより行った。供試体 S3, S4 のワンサイドボルトのそれぞれ平均軸力は、125kN, 107kN であった。

## 3. 試験方法

荷重は、実橋の支点位置に合わせ、支間 10m, 純曲げ区間 2m の 2 点集中荷重とした（図-1）。主な測定項目は、たわみ変位、鉄筋ひずみ、鋼板のひずみとした。主鉄筋ひずみの計測は、荷重点直下のコンクリート側面から鉄筋をはつり出し、ひずみゲージを貼り付けた（両面各 1 箇所）。供試体 S3 は、床版上面のアスファルト舗装（以下、As 舗装）が無い状態で荷重した。供試体 S4 は、As 舗装を除去せずに荷重した。耐力試験は、冬季に実施した。

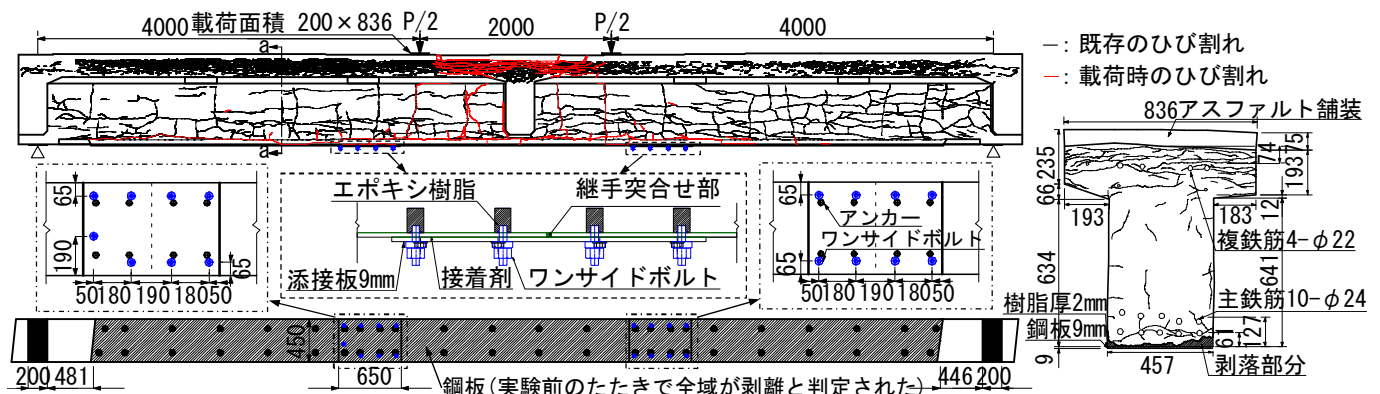


図-1 供試体 S4 の耐力試験前後の外観状況（供試体側面のひび割れ状況と鋼板の剥離状況） 図-2 耐力試験後の切断面（a-a）

キーワード 継手部, ワンサイドボルト, 耐力, 鋼板接着, 剥離, 接着剤

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独) 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター

T E L 029-879-6773 F A X 029-879-6739

4. 結果

図-3 に、荷重-変位の関係を示す。参考として示した供試体 S1, S2 は、いずれも継手部の剥離による破壊後、補強のない RC 断面よりもやや低い荷重を保ちながら変位が増加した<sup>1)</sup>。供試体 S3 は、374kN で、継手突合せ部の樹脂の割れが発生した後、その樹脂の割れに起因したコンクリートの曲げひび割れの発生により桁の剛性が徐々に低下した。その後、その継手部付近の鋼板が剥離し始め、637kN で、鋼板端部からも剥離が発生して、ピークとなった。供試体 S4 は、407kN で継手突合せ部の樹脂の割れが発生した。568kN で、下段の主鉄筋位置のひび割れに沿って、鋼板が、かぶりコンクリートとともに端部から供試体中央付近まで急激に剥がれ(写真-1)、荷重が、400kN 程度まで低下した。ピーク後、供試体 S3, S4 は、他の供試体と同様に RC 断面の計算値に概ね近い挙動を示した。いずれの供試体も主鉄筋の降伏はピーク後に認められた。供試体 S3, S4 は、いずれも継手部の破壊が抑制されたが、鋼板端部からの剥離が発生して、鋼板補強無しの場合と比較して耐力の向上が 1.1~1.2 倍程度にとどまった(表-1)。

片面添接のボルト接着継手の静的引張試験<sup>2)</sup>では、偏心の影響により比較的早い段階から樹脂の割れが発生した。その時、荷重は直ちに低下することなく、変位の増加が速くなる傾向が見られた。これを応力-ひずみ(平均ひずみ)の関係で模式的に表すと、図-4 のようになる。ここでは、供試体 S3 について、継手突合せ部の樹脂の割れが発生した時の応力度 66MPa をピークとして表している。

この継手部の応力-ひずみ関係を、断面分割法<sup>1)</sup>による荷重-変位関係の計算に導入して得られた計算値を、図-3 に示す。なお、コンクリートの引張軟化曲線は、岡村・前川モデル<sup>3)</sup>を使用した。計算結果では、継手部をボルト接着継手に改良しても、継手突合せ部の樹脂の割れにより、荷重が頭打ちになる傾向が見られた。供試体 S3 の実験値は、鋼板端部からの明確な剥離発生までは計算値と概ね一致した。但し、変位 20mm 以降の計算値と実測値の差は、鋼板端部からの剥離が徐々に進展したことが影響した可能性がある。供試体 S4 は、供試体 S3 よりも早い段階での鋼板端部の剥離により、計算値のピークに至らなかった。

5. まとめ

2 体の鋼板接着補強された RC 桁の鋼板の接着継手部にワンサイドボルトを付加して改良した上で、曲げ載荷試験を行った結果、いずれも継手部での破壊が抑制されたが、供試体 S3 の耐力の向上は、継手部の変形能の影響により、鋼板補強無しの場合と比較して、1.2 倍程度で頭打ちとなった。また、供試体 S4 は、鋼板端部からの剥離の影響により、同 1.1 倍程度にとどまった。

謝辞 長野県をはじめ本試験にご協力いただいた関係各位に深く感謝致します。

参考文献 1)吉田,村越,木村,田中:劣化した鋼板接着補強 RC 桁の耐荷力試験,土木学会 66 回年次学術講演会,V-189, pp377-378,2011.9. 2)飯塚,村越,田中:ボルト接着継手による RC 桁鋼板接着補強継手部の改善方法に関する検討,土木学会 66 回年次学術講演会,I-343, pp685-686,2011.9. 3)岡村,前川:鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則,技報堂出版,1991.5.

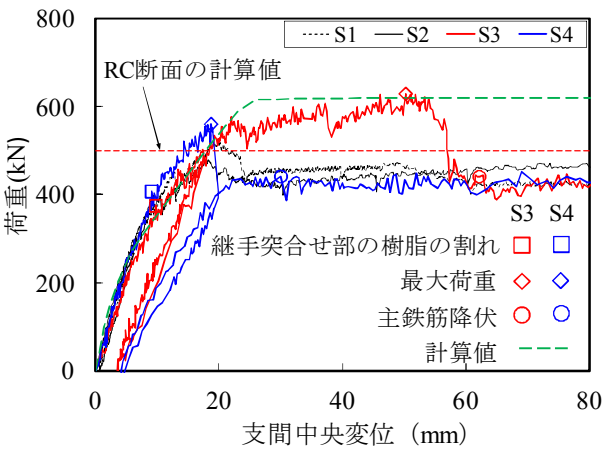


図-3 荷重-変位の関係

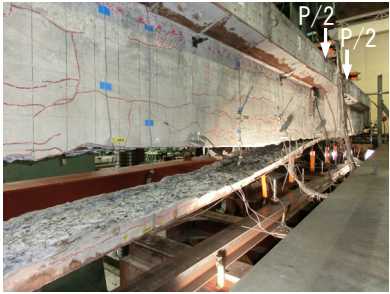


写真-1 供試体 S4 の鋼板端部(写真手前)からの剥離破壊

表-1 最大荷重と計算値の比較

| 供試体              | 最大荷重 (kN) | 最大荷重 / 計算値 <sup>2)</sup> | 継手部        | As 舗装 | 破壊形態 |
|------------------|-----------|--------------------------|------------|-------|------|
| S1 <sup>1)</sup> | 519       | 1.04                     | 無し         | 有り    | 継手破壊 |
| S2 <sup>1)</sup> | 478       | 0.95                     | 縦締め治具による拘束 | 有り    | 継手破壊 |
| S3               | 637       | 1.27                     | ボルト追加      | 無し    | 端部剥離 |
| S4               | 568       | 1.13                     | ボルト追加      | 有り    | 端部剥離 |

1)文献 1)による, 2)鋼板補強無しとした場合

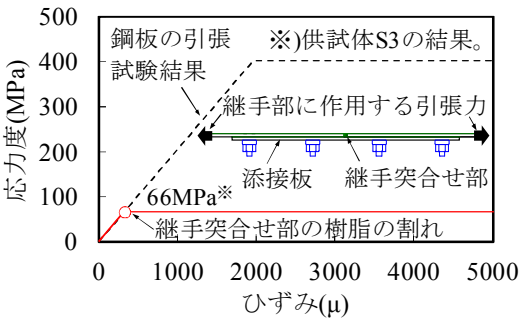


図-4 継手部の応力-ひずみ関係(模式図)