

高軸力下における鋼とコンクリートの接合面の付着及び摩擦に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社	東京工事事務所	正会員	○田辺	詩織
東日本旅客鉄道株式会社	東京工事事務所	正会員	吉田	一
東日本旅客鉄道株式会社	東京工事事務所	正会員	井上	佳樹

1. 目的

近年、中間径間に軽い鋼橋、外径間に重量の重いコンクリート桁とした混合橋が採用されるケースがある¹⁾²⁾。その多くが接合部に鋼殻を用い、ジベル等により応力を伝達させる構造である。しかしながら、鋼殻やジベルを用いた接合部は構造が複雑となることから、軸力を導入し、鋼とコンクリートの付着及び摩擦のみで一体化した接合部とすることで施工が容易となる。そこで、本稿では、高軸力下での複合構造物の接合面の付着及び摩擦に関する要素試験の概要と得られた結果の考察について述べる。

2. 試験の概要と試験方法

2.1 試験概要

鋼とコンクリートの接合面には①コンクリート打設時に鋼材とコンクリートが付着することによって発生する付着力と②導入軸力によって発生する摩擦力が生じ、①は接合面の状態に左右されやすいことから、②のみを考慮することで安全な設計ができると考えられる。そこで、試験により両者の影響を確認し、得られた結果(σ と τ (図-1))から摩擦係数を算出した。試験では50kN,100kN,300kN,400kN,600kNの軸力を導入し、試験毎の差異を考慮して各軸力に対して1~3回の試験を行った。なお、今回は表面の付着及び摩擦についての検討を行うため、コンクリートとモルタルで試験結果に違いがないことを確認したうえで、試験体はモルタルとすることとした。

2.2 試験方法

図-1 に示す一辺が 150mm の無収縮モルタル試験体を両面から鋼材 (SS400 材 無機ジンクリッチペイント塗装 (以降、塗装)) で挟み、PC 鋼棒により 50kN～600kN の軸力を導入し、図-2 に示す 2000kN 万能試験機によりすべり量が 20mm 程度になるまで鉛直に単調載荷し、最大発生荷重 P_{tmax} を確認した。

なお、「付着無し」の試験においては、一度型枠から

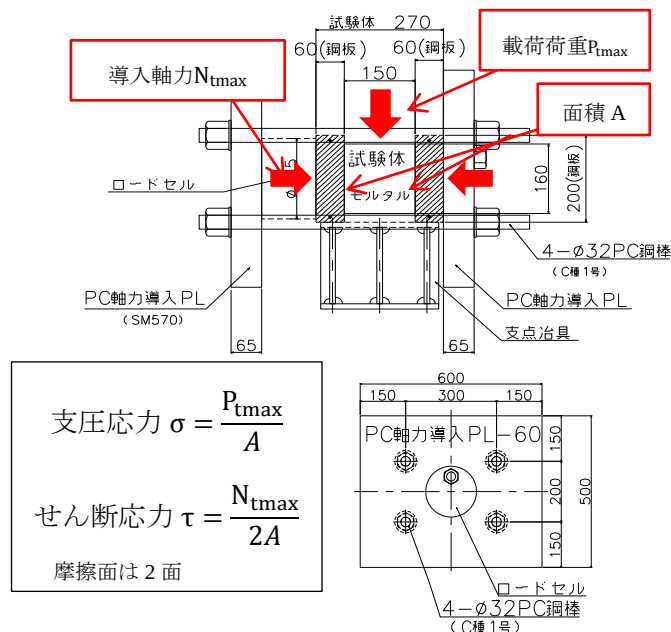


図-1 試験体寸法

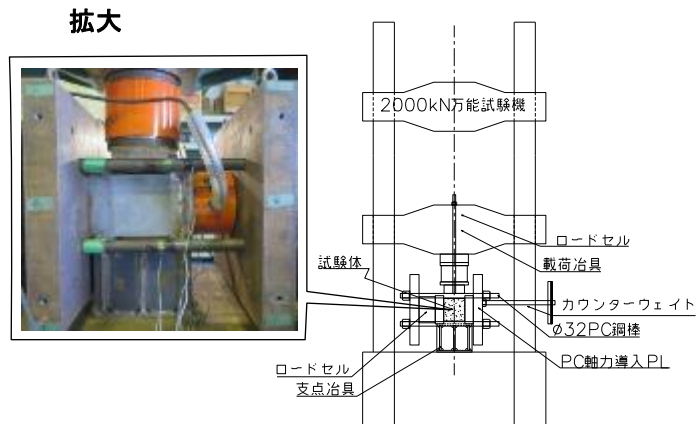


図-2 2000kN 万能試験機

取り外し、鋼材を再度設置したのち軸力を導入した。

3. 試驗結果

図-3～図-5 に試験結果を示す.これらの結果から以下の(1)～(4)の知見を得た.

なお、試験体①とは新しい鋼材を用いて製作した試験体であり、試験体②は試験体①で使用した鋼材を転用し製作した試験体である。

キーワード 複合構造, 高軸力, 摩擦係数, 付着力

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6JR 新宿ビル東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 工事管理室
TEL. 03-3379-4353

(1) 図-3 は、各試験の最大せん断応力度とその時の支圧応力度の関係を示したものである。この結果から平均的に求めた摩擦係数(図-3 の傾き)は付着の有無に関わらず一定の値となり、その値は 0.75~0.85 程度とすることがわかった。

(2) 図-3 の切片の値は打設時の鋼製型枠とモルタルの付着力を示したものである。付着無しのケースはグラフの切片がゼロに近い値となり、理論的に求まる関係式 $\tau = \mu \times \sigma$ の関係式と一致する。

(3) 図-4 は、図-3 の「モルタル付着無し」のケースを供試体製作方法ごとに分類し、摩擦係数を求めたものである。この結果から分かるように、鋼材の転用により試験体②の摩擦係数は試験体①の摩擦係数の 70% 程度に低下するが、個々の試験体に着目すると、図-4 の通り相関性が高い結果となった。

(4) 図-5 は、低軸力時 (50kN) のすべり面と高軸力時 (600kN) のすべり面を比較したものである。低軸力下の場合(図-5 (a))には鋼材に塗装が残し、部分的にモルタルの付着が確認された。高軸力下の場合には(図-5 (b))接触面の塗装が剥がされ、鋼材の素地がみられた。以上のことから、図-5 の模式図に示すように、低軸力下では塗装とモルタルの界面、高軸力下では鋼材と塗装の界面がすべり面となり、軸力の大きさによって滑る面が異なる結果となった。

4. 考察

前章の(1)~(4)の結果より σ と τ の相関式が得られ、摩擦係数の値は概ね 0.65~0.95 程度(図-3、図-4 の結果より)となることを確認したが、図-4 から分かるように摩擦係数に差異が見られた。図-6、7 に塗装膜厚、塗装後の表面粗さを示すが、試験体ごとにほとんど変わらないことから、今回の試験結果の違いは塗装後の接合面状態が要因ではないことが分かった。

一方、塗装前の鋼材表面は、繰り返し使用したことにより表面の粗さが減少していると考えられる。特に、高軸力下では図-5 に示す通りすべり面が鋼材と塗装の境界であることから、鋼材の繰り返し使用による鋼材表面粗さの低下の影響が顕著に現れたと考えられる。

5. まとめ

今回の試験では高軸力下の鋼とモルタルの境界面の摩擦係数を算出した。試験の結果、概ね 0.65~0.95 程度であることを確認した。

また、高軸力環境下においては鋼材と塗装の境界面

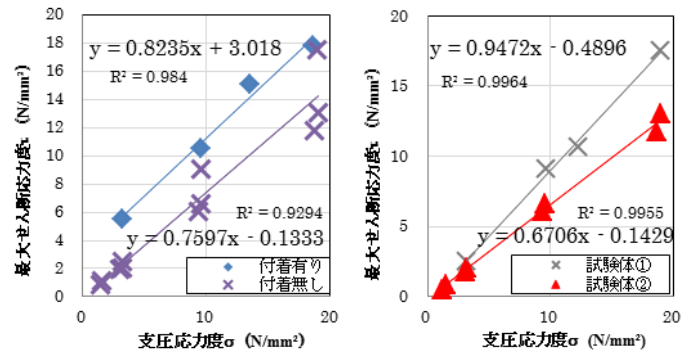
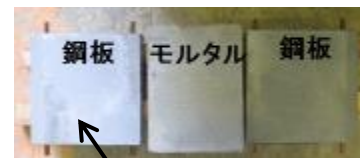


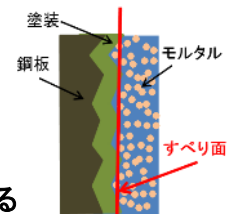
図-3 支圧応力と最大せん断応力の関係

図-4 試験体製作方法の違いによる試験結果



表面に塗装がみられる

(a) 軸力 50kN



表面に鋼材素地がみられる

(b) 軸力 600kN

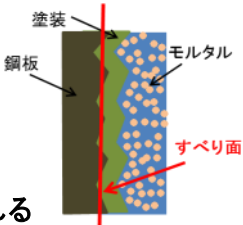


図-5 軸力とすべり面の関係

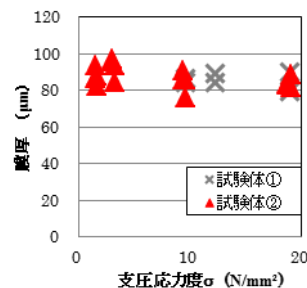


図-6 モルタル圧縮強度

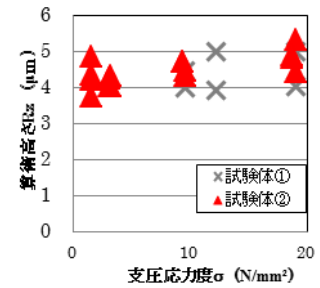


図-7 塗装算術高さ

の影響が大きいことが分かった。今後は塗装前の鋼材の表面状態にも着目し、塗装前に鋼材表面粗さを測定した同種の実験を行い、最終的に、鋼殻を省略した混合橋の設計に用いる摩擦係数を確立する予定である。

参考文献

- 1) 田中雄太 他:混合橋接合部の縮小型供試体による実験的研究,第5回復合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集, p329-334, 2003. 11
- 2) 横峰正二 他:鋼・コンクリート混合桁形式を採用した大牟田連続高架橋(仮称)の接合構造の設計,第6回復合・合成構造の活用に関するシンポジウム, P24-1_24-4, 2005