

防錆処理の異なる鋼コンクリート界面の摩擦によるせん断応力の伝達

東北大学大学院土木工学専攻

正 員 ○山田真幸

三菱重工鉄構エンジニアリング(株)

正 員 横山 薫

東北大学大学院土木工学専攻

正 員 斉木 功

東北大学大学院土木工学専攻

学生員 黒澤明史

1. はじめに

土木分野における複合構造の代表的なものとして鋼とコンクリートとを用いたものが挙げられる。橋梁の分野ではインテグラルアバット橋や複合ラーメン橋などがその代表事例であろう。これらの鋼コンクリート結合部は架設時に現場でコンクリートを打設することで形成される場合が多いが、近年では現場での発錆を防止する為にコンクリートに被覆される鋼部材にも防錆処理を施すことが一般的になってきている。

鋼とコンクリートとの結合は、鋼とセメントペーストとの純付着力、鋼コンクリート界面の垂直方向圧に基づく摩擦力、鋼表面の凹凸による機械的結合の3種類に大別でき、これらが複合して両者は一体化されている。しかし設計上の主要な結合はジベルやスタッド等の機械的接合部材に拠っており、これらが無い二次的な結合部分は注目されることは少なく¹⁾、経験的に用いられているのが現状である。これらより著者らは現在用いられている防錆処理が鋼コンクリート界面の結合に与える影響について実験的な検討を行っている²⁾。

本研究では前述の鋼とコンクリートとの結合要素のうち摩擦力に着目し、複合構造に用いられている防錆処理を施した鋼モルタル界面の摩擦によるせん断応力の伝達の程度を実験的に明らかにすることを試みた。

2. 防錆仕様と供試体の諸元と製作

本研究では表-1に示す防錆仕様5種類について供試体を作製した。表中には塗膜厚の実測値およびRzJIS表面粗さも示した。また比較のため黒皮のまま防錆処理をしない供試体も作製した。仕様1, 2は多くの実績がある一般的なものである。仕様2は近年床版と接する鋼桁上フランジ等に広く用いられ³⁾、仕様3はそれを厚膜化したものである。仕様4は仕様3の上にミストコート塗布し防食性能をさらに高めたものである。仕様5については溶射表面の凹凸を生かす意図で封孔処理はしていない。

図-1に本研究で用いたせん断試験装置の主要部と供試体の模式図を示す。供試体は前述の防錆処理を施し

表-1 供試体防錆処理仕様一覧

No.	仕様	膜厚 (μm)	粗さ (μm)
1	有機ジンクリッチペイント 30 μm	60	28.9
2	無機ジンクリッチペイント 30 μm	52	25.9
3	無機ジンクリッチペイント 75 μm	111	21.3
4	無機ジンク 75 μm + ミストコート	135	29.5
5	亜鉛溶射	137	35.4
-	黒皮	-	8.5

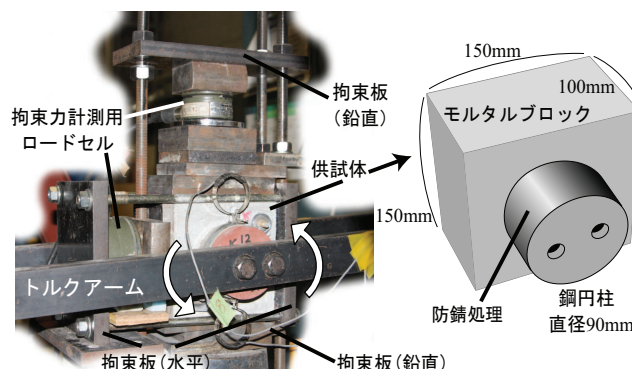


図-1 拘束力を管理したトルク型せん断試験装置と供試体

た鋼円柱の周囲にコンクリート部材を模したモルタルを打設したもので、幅が100mm、直径90mmの円筒状の鋼モルタル界面を有する。鉄筋の付着強度試験法に準じた引抜き試験方法では鉄筋とコンクリートとの間に生じる付着応力が均一では無いことが知られている。そこで本研究では界面に生じるせん断応力を均一にすることを念頭に開発が進められているトルク型せん断試験装置⁴⁾を用いる。

供試体に用いたモルタルの水セメント比は0.5、圧縮強度は42.6 N/mm² (29日)である。標準養生後に図-1中の装置にてせん断応力を鋼モルタル界面に与えて結合を破壊して約2mmのずれ変位を発生させ、摩擦によりせん断応力が伝達される状態とした。また以降は界面への水分の侵入等を防ぐ目的で常温の室内で保管し、材令91日で試験を行った。

3. 摩擦によるせん断応力伝達試験と結果

図-1中に示すように供試体側面に設置したロードセルで垂直および水平方向の拘束力を調整しながらトルクアームで鋼モルタル界面にせん断応力を与えて両者のずれ変位を計測した。ずれ変位が0~1mmの載荷

Key Words: 複合構造, 防錆処理, 摩擦

〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06, TEL 022-795-7441, FAX 022-795-7440

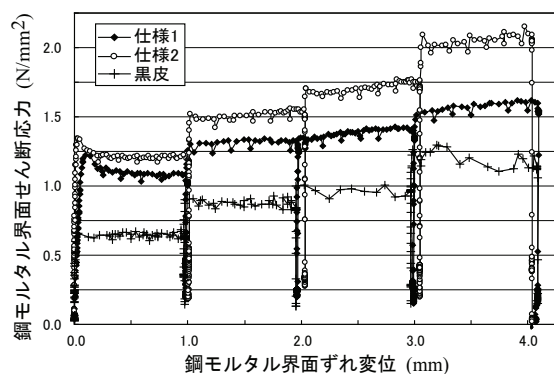


図-2 鋼モルタル界面せん断応力とずれ変位 (仕様 1, 2, 黒皮)

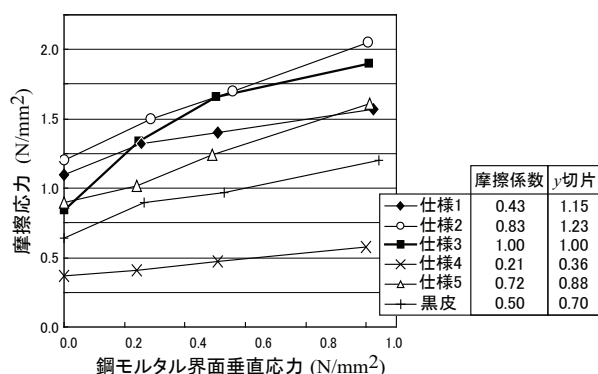


図-4 摩擦応力と垂直応力および摩擦係数と近似直線 y 切片

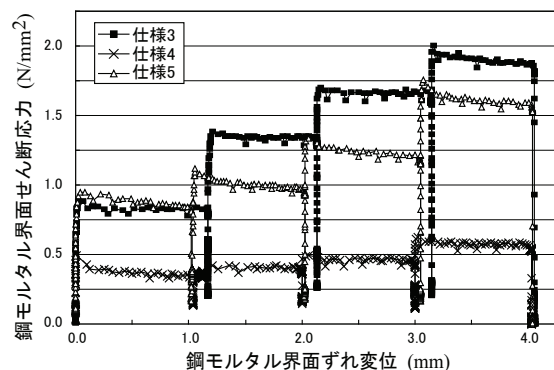


図-3 鋼モルタル界面せん断応力とずれ変位 (仕様 3, 4, 5)

では拘束力を特に与えていない。本研究ではこの載荷段階の拘束力はゼロであると仮定する。以降 1~2 mm で 0.25 N/mm^2 、2~3 mm で 0.5 N/mm^2 、3~4 mm で 1.0 N/mm^2 程度の垂直応力が鋼モルタル界面に生じるよう 4 段階で拘束力を増加させた。界面の垂直応力への換算ではモルタルブロック中に生じる応力は等方的と仮定する。また拘束力の調整は除荷して行った。

得られた鋼モルタル界面のせん断応力と界面のずれ変位との関係を図-2, 3 に示す。図中の線の水平部が摩擦によりモルタル界面のずれ変位を増大させるに要するせん断応力であり、以降では摩擦応力と称する。全ての供試体で拘束力を増すと摩擦応力が増加した。仕様 1 と仕様 2 ではずれ変位の増大に伴って摩擦応力が増加する傾向が (図-2)、仕様 3 と仕様 5 では減少する傾向が (図-3) 見られた。また図-3 中の仕様 4 は他の仕様の半分以下の摩擦応力であった。

4. 鋼モルタル界面の摩擦係数と防錆処理

図-2, 3 より各載荷段階の鋼モルタル界面の垂直応力と各載荷段階で計測した摩擦応力の平均値との関係を図-4 に示す。仕様 3 で上に凸となったが他はほぼ直線となった。これらの関係の一次近似の係数を防錆仕様毎に求めて摩擦係数として図-4 中に示した。仕様 2, 3, 5 の摩擦係数は黒皮のものより大きく、仕様 1, 4

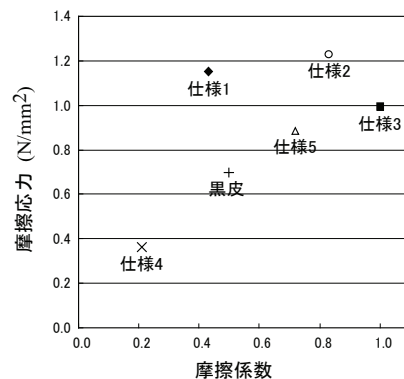


図-5 防錆仕様毎の摩擦係数と拘束力ゼロ時の摩擦応力

の摩擦係数は黒皮のものより小さい。しかしこれらの摩擦係数と表面粗さとは相関は見られなかった。

加えて前述の近似直線の y 切片も図-4 中に示した。これは拘束力がゼロの時の摩擦応力であると考え。最後にこれらと摩擦係数との関係を図-5 に示す。仕様 1 を除くと両者は原点付近を通る直線に概ね乗ると言える。これより本試験では拘束力ゼロ時においても鋼モルタル界面に一定の垂直応力が生じていたと考察する。また仕様 1 では摩擦係数の割には他と比較して大きな摩擦応力を生じていることから、摩擦以外の他の要因によるせん断応力の伝達が生じていると推測する。

5. 結論

鋼コンクリート界面で摩擦により伝達されるせん断応力は垂直応力に比例し、複合構造で用いられる鋼の防錆処理について両者の比例定数を実験的に求めた。

参考文献

- 坂本 香, 村山 陽, 中田謙司, 柳澤則文, 山岸武志: 防錆処理を施した鋼板とコンクリートとの付着特性, 第 5 回複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集, pp.205-210, 2003.
- 黒澤明史, 山田真幸, 斉木 功, 横山 薫: 実用的な防錆処理が鋼コンクリート界面の付着特性に与える影響に関する基礎的検討, 土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集, 2013.
- (社) 日本道路協会: 鋼道路橋塗装・防食便覧, 2005.
- 山田真幸, 斉木 功, 岩熊哲夫: 鋼コンクリート界面の付着強度評価のためのトルク型せん断試験に関する基礎的検討, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.59A, 2013.