

防錆処理が鋼コンクリート界面の付着・摩擦の特性に与える影響に関する実験的研究

東北大学工学部 学生会員 黒澤 明史
東北大学大学院工学研究科 正会員 山田 真幸
東北大学大学院工学研究科 正会員 斉木 功

1. はじめに

複合構造は、複数の材料の長所を活かすことのできる優れた構造であり、そのためには異なる材料の一体化が不可欠である。異なる材料間の接合は機械的接合を主として設計されているが、より合理的な設計のためには付着や摩擦による接合作用も考慮するべきであると考えられる。土木分野の複合構造では鋼とコンクリートがよく用いられていて、施工時にはコンクリートが打設されるまでの間に鋼に防錆処理を施し、そのまま打設することが多い。本研究では、鋼の防錆処理が鋼コンクリート界面の付着強度や摩擦特性に及ぼす影響を調べる。

2. 試験方法と供試体

(1) 試験方法

防錆処理された鋼とコンクリートとの界面に生じる付着強度や摩擦特性の試験には、スタッドの試験で行われる二面せん断試験を流用することが多かった。しかしこの試験法では応力集中が発生して界面が本来有する付着強度の評価に問題があると考えられる。そのため、応力集中を解決した両押しトルク型せん断試験が提案されている^{1),2)}。

両押しトルク型せん断試験の様子を図-1に示す。供試体の鋼円柱に固定したトルクアームを介して手動ジャッキとサーボバルブジャッキで偶力を載荷し、鋼コンクリート界面にせん断を与える。サーボバルブジャッキは手動ジャッキによる荷重と常に等しい荷重を与えるようになっている。

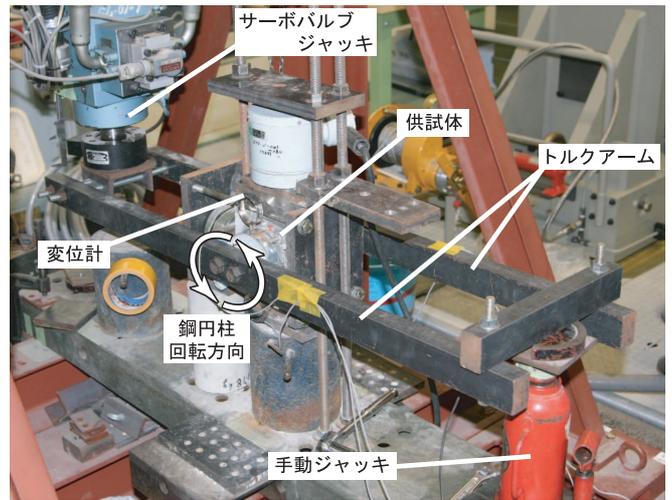


図-1 両押しトルク型せん断試験

(2) 供試体

本研究で使用した供試体を図-2に示す。モルタルブロックに防錆処理を施した鋼円柱を埋め込んだ。粗骨材が界面の付着強度・摩擦特性におよぼす影響はないと考え、モルタルを用いた。ひび割れを防止するために、鋼円柱周りに丸鋼（針金）をらせん状に配筋し、モルタルブロック外縁部の表面近傍には金属メッシュを埋め込んだ。図-2中の治具には、ずれ変位を測るためのクリップ型変位計を取り付ける。打設後48時間で脱型、試験開始まで水中養生を行った。養生期間は28～30日である。モルタル圧縮強度の影響がないようモルタルは1回ですべて練り、平均圧縮強度は42.6 MPaであった。供試体は1防錆仕様につき3体ずつ作製した。

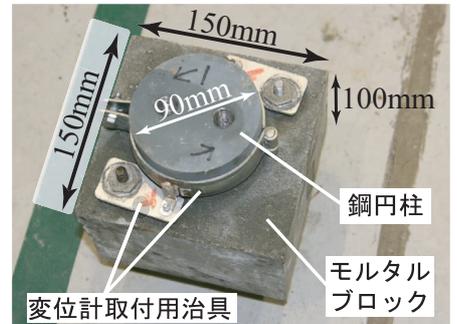


図-2 供試体外形

(3) 防錆処理

使用した防錆仕様を表-1に示す。仕様1～4の有機・無機ジンクリッチペイントは、防食下地として使用されている。また無機ジンクリッチペイントは膜厚の影響を調べるため30 μm と厚膜の75 μm を用意した。さらに無機ジンクリッチペイントは、発泡防止のミストコートを施すためその仕様も用意した。仕様5の亜鉛溶射については、膜厚は厳しい環境下で最低限望まれる³⁾100 μm とした。

表-1 用いた防錆仕様

	防錆仕様
仕様1	有機ジンクリッチペイント (30 μm)
仕様2	無機ジンクリッチペイント (30 μm)
仕様3	無機ジンクリッチペイント (75 μm)
仕様4	無機ジンクリッチペイント (75 μm) + ミストコート
仕様5	亜鉛溶射 (100 μm)

3. 試験結果と考察

鋼コンクリート界面のずれ変位を、クリップ型変位計を用いて測定した。ずれ変位は鋼円柱の上面側に2箇所と下面側に2箇所の計4箇所測定した。測定は2秒ごとに行い、全てのずれ変位が2mmを超えた時点で終了した。

Key Words: 複合構造, 要素試験, 付着強度, 摩擦特性, 防錆処理

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学工学部建築・社会環境工学科構造強度学研究室

代表的なずれ変位 - せん断応力関係を図-3 に示す。ずれ変位は4箇所
の平均値であり、せん断応力はジャッキで与えた荷重を界面でのせん断
応力に変換したものである。手動ジャッキとサーボバルブジャッキで偶力
を加えてゆくと、はじめはずれ変位がないまま荷重が増加しゆき、ずれ変
位のジャンプとともに荷重が減少した。この時点で付着が破壊したと考
える。その後はほぼ一定の荷重でずれ変位が増加していった。

鋼モルタル界面のせん断応力の最大値を最大せん断応力 τ_{max} 、付着破
壊後のずれ変位が 1.0 ~ 2.0 mm のときのせん断応力の平均を残留せん断
応力 τ_{res} と定義し、それらの差から付着強度 τ_{bond} を $\tau_{bond} = \tau_{max} - \tau_{res}$
で定義する。

各防錆仕様の最大せん断応力・残留せん断応力・付着強度の3供試体
の平均値を図-4 に示す。最大せん断応力について、5つの防錆仕様は
10% 程度の大きさの違いが出た。残留せん断応力は仕様 1, 2, 3, 5 が 10%
程度の違いで、仕様 4 が他の 50% 程度と小さい値となった。付着強度は
仕様 1, 2, 3, 5 が 15% 程度の違いで、仕様 4 が他の 140% 程度と大きい
値となった。

載荷が終わった供試体のモルタルを切断して、鋼とモルタルの表面を
観察した。図-5 に写真を示す。塗膜が破壊してモルタルブロック側に付
着している仕様 1, 4 と、塗膜が破壊せず鋼円柱側にモルタルが付着して
いる仕様 2, 3, 5 に分類した。

塗膜の破壊した仕様 1 と仕様 4 を比較するとこの2つの仕様では仕様
4 の残留せん断応力が仕様 1 の 45% と小さい。このことから塗膜が破壊
した2つの仕様について、塗膜の性質が残留せん断応力に影響したと考
える。

一方、塗膜が破壊しなかった仕様 2, 3, 5 については、鋼円柱表面に全面にわたってモルタルが付着している。これらの仕
様の場合、鋼円柱側に付着したモルタルとモルタルブロック側のモルタルとが相対的にずれ動くため、塗膜の性質の違いが
残留せん断応力に影響しなかったと考える。

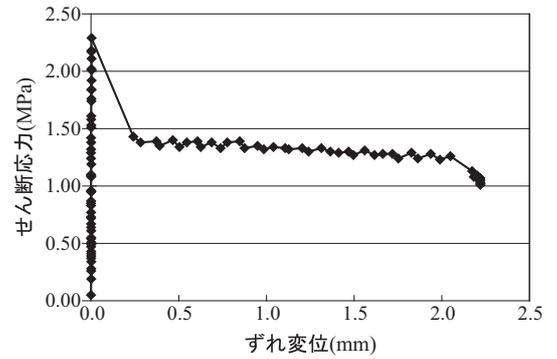


図-3 ずれ変位 - せん断応力関係 (仕様 1)

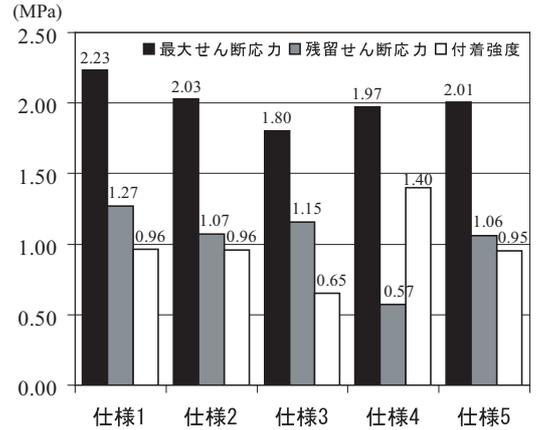
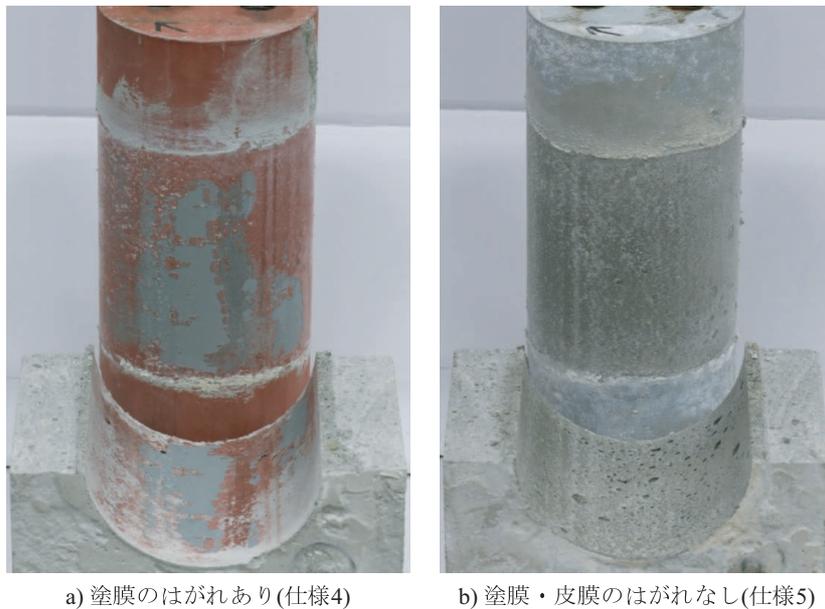


図-4 各防錆仕様のせん断応力結果



a) 塗膜のはがれあり(仕様4) b) 塗膜・皮膜のはがれなし(仕様5)

図-5 試験後の鋼円柱表面

参考文献

- 1) 斉木功, 菊地浩貴, 山田真幸, 岩熊哲夫: 鋼コンクリート界面の付着強度評価法に関する一提案, 応用力学論文集, 土木学会. Vol.13, pp.323-329, 2010.
- 2) 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. (投稿中)
- 3) 社団法人日本道路協会: 鋼道路橋塗装・防食便覧, 2005.