

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

東北大学大学院土木工学専攻
三菱重工鉄構エンジニアリング(株)
東北大学大学院土木工学専攻
東北大学大学院土木工学専攻

学生員 ○黒澤明史
正 員 横山 薫
正 員 山田真幸
正 員 斉木 功

1. はじめに

複合構造がその性能を発揮するためには、異なる材料の一体化が不可欠である。異なる材料の一体化は、設計においては機械的接合により担保されるが、付着や摩擦による接合作用も考慮することで、より合理的な設計が可能になると考える。鋼コンクリート複合構造の界面をなす鋼部材面は防錆処理等の下地処理のままであることが多い。本研究では、現在広く用いられている種々の防錆処理が鋼コンクリート界面の付着特性に及ぼす影響を調べる。

2. 試験方法と供試体

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本来の付着強度の評価に問題があると考えられる。そのため応力集中の低減を図ったトルク型せん断試験が提案されている^{1),2)}。この試験法では鋼を円柱にしたことで鋼コンクリート界面のせん断方向の境界をなくし、応力集中を低減している。本研究で用いた両押しトルク型せん断試験の様子を図-1に示す。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おり、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することで、鋼円柱とモルタルブロックの界面にせん断力が加わる仕組みである。

使用した供試体を図-2に示す。ひび割れを防止するために鋼円柱周りにはらせん状に鋼線を配し、モルタルブロック側面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、ずれ変位を計測するためのクリップ型変位計を取り付けた。養生期間は28～30日でモルタル圧縮強度の平均値は42.6 MPaであった。また、既往の実験との比較のために黒皮のままの鋼円柱でも供試体を作製した。供試体は1防錆仕様につき

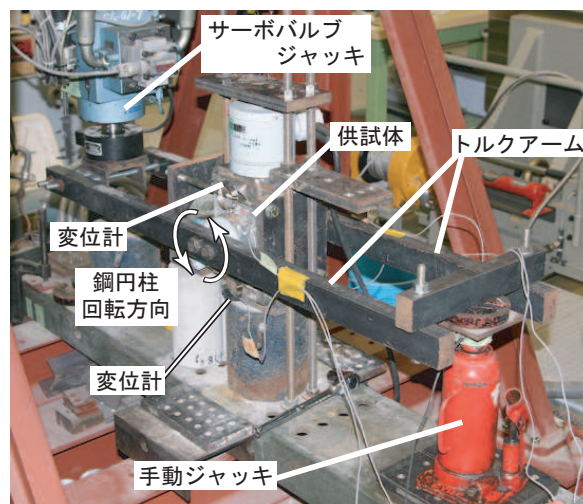


図-1 両押しトルク型せん断試験

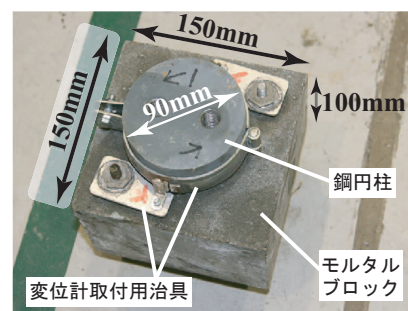


図-2 供試体外形

3体ずつ作製した。

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、防食下地として一般的に使用されているものである。また無機ジンクリッチペイントは2種類の膜厚を用意した。さらに無機ジンクリッチペイントには防食性能の向上や塗り重ねた塗料の発泡防止の目的でミストコートが施されるものがあるため、仕様4を用意した。仕様5の亜鉛溶射は厳しい腐食環境で最低限望まれる³⁾膜厚100 μ mとし、表面の凹凸を活かすために封孔処理を行わなかった。

3. 試験結果と考察

代表的なずれ変位-せん断応力関係を図-3に示す。せん断応力はジャッキが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

Key Words: 複合構造, 要素試験, 付着強度, 防錆処理

〒 980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06, TEL 022-795-7443, FAX 022-795-7441

表-1 比較した防錆処理仕様

No.1	有機ジンクリッチペイント 30 μm
No.2	無機ジンクリッチペイント 30 μm
No.3	無機ジンクリッチペイント 75 μm
No.4	無機ジンク 75 μm + ミストコート
No.5	亜鉛溶射 100 μm
—	黒皮

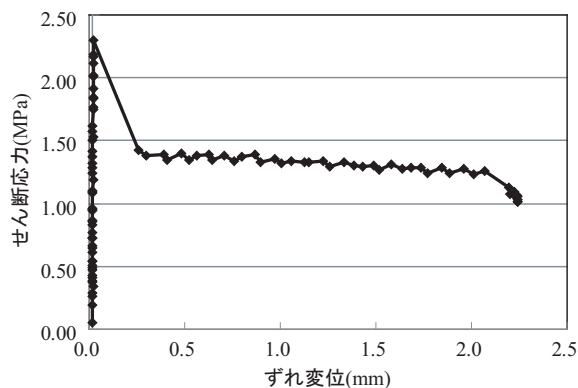


図-3 ずれ変位-せん断応力関係 (仕様 1)

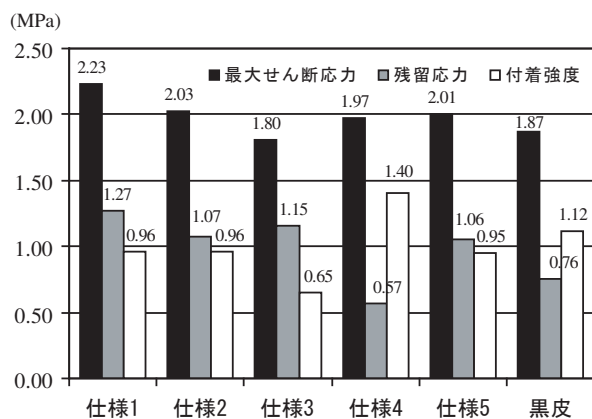


図-4 各防錆仕様のせん断応力結果 (3 供試体の平均)

ブジャッキで偶力を加えてゆくと、はじめはずれ変位が生じないまません断応力が増加してゆき、ずれ変位が生じたと同時にせん断応力が減少した。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 $\tau_{\max}$ 、界面のずれ変位が 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 $\tau_{\text{bond}} = \tau_{\max} - \tau_{\text{res}}$ と定義する。

最大せん断応力・残留せん断応力・付着強度を各防錆仕様の 3 供試体の平均値として図-4 に示す。仕様 1, 2, 3, 5 の付着強度は黒皮の付着強度の 58～86% と小さく、仕様 4 の付着強度は 125% と大きくなった。仕様 1, 2, 4, 5 の最大せん断応力は黒皮の最大せん断応

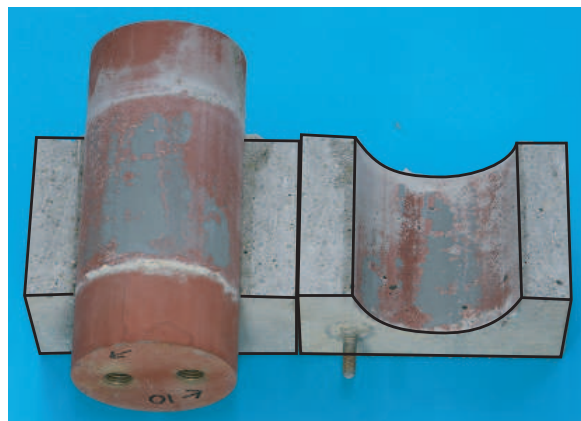


図-5 試験後の鋼とモルタルの表面 (仕様 4)

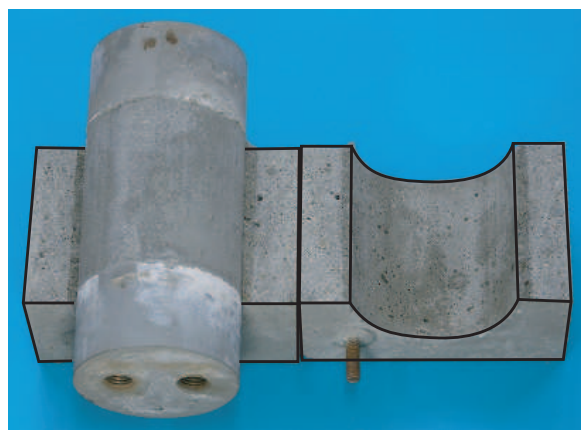


図-6 試験後の鋼とモルタルの表面 (仕様 2)

力の 105～119% とやや大きく、仕様 3 は 96% とやや小さくなった。仕様 1, 2, 3, 5 の残留せん断応力は黒皮の残留せん断応力 139～167% と大きく、仕様 4 は 75% と小さくなった。

荷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 に示した仕様 4 では赤いミストコートの膜の一部がモルタルブロックに付着しているのに対し、図-6 に示した仕様 2 ではモルタルブロックに膜の付着は見られなかった。また膜の一部の破壊は仕様 1 でも見られた。

4. おわりに

防錆仕様によってコンクリートとの付着強度に違いがあり、また仕様によっては界面のずれにより膜の一部が破壊するものがあることが判明した。

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, 土木学会応用力学論文集, 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, 土木学会構造工学論文集, Vol.59A, 2013.
- 3) 社団法人日本道路協会: 鋼道路橋塗装・防食便覧, 2005.