実用的な防錆処理が鋼コンクリート界面の 付着・摩擦特性に与える影響に関する基礎的検討

Fundamental Study on Effects of Rust Prevention to Bonding and Friction of Steel-Concrete Interface

黒澤 明史 * Akifumi KUROSAWA

*構造強度学研究室(指導教員:齊木功 准教授)

土木の分野でよく用いられている鋼コンクリート複合構造では、材料間の接合は機械的接合を主として設計されている。しかし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る。鋼コンクリート複合構造の施工時には防錆処理を施した鋼にコンクリートを打設することが多い。そこで本研究では、トルク型せん断試験により実用的な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およぼす影響を調査した。

Key Words: hybrid structure, element test, bonding, friction, rust prevention

1. まえがき

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る.土木の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おり、鋼コンクリート接合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

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、機械的接合部材の試験で行われる二面せん断試験を流用することがあった。しかしこの試験法では応力集中が発生して界面の付着や摩擦の評価に問題があると考える。そのため応力集中の低減を図った両押しトルク型せん断試験が提案されている 1),2)。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。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、鋼円柱とモルタルブロックで造られる鋼コンクリート界面にせん断力を与える。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。

使用した供試体を図-2に示す.これは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ものである. 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,応力集中を低減することができる¹⁾. 粗骨材が界面の付着強度・摩擦特性におよぼす影響は小さいと考え,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,モルタルブロック側面の表面近傍には金属メッシュ

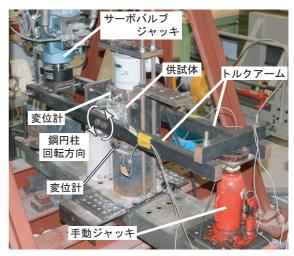


図-1 両押しトルク型せん断試験

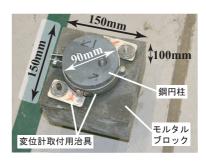


図-2 供試体外形

を埋め込んだ. $\mathbf{2}$ -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 $28\sim30$ 日でモルタル圧縮強度の平均値は $42.6\,\mathrm{MPa}$ 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 $1\,\mathrm{防錆}$ 様につき $3\,\mathrm{k}$ 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

表-1 比較した防錆処理仕様

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

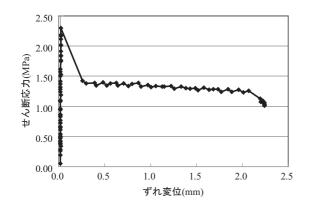


図-3 ずれ変位-せん断応力関係(仕様1)

ペイントは膜厚の影響を調べるため $30 \mu m$ と $75 \mu m$ 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、発泡防止のミストコートが施されるものがあるためその仕様も用意した. 仕様 5 の亜鉛溶射の膜厚は厳しい腐食環境で最低限望まれる $^{3}100 \mu m$ とした. 膜の性質が鋼コンクリート界面の応力におよぼす影響を調べるために、各防錆仕様について膜表面の粗さ・膜厚・膜の引張破壊強さを計測した.

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荷重が増加してゆき, 荷重が不連続に減少したと同時にずれ変位が不連続に増加した. 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 $1.0\sim2.0\,\mathrm{mm}$ 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。最大せん断応力に関しては、仕様1,2,4,5は黒皮のそれに対し105%~119%とやや大きく、仕様3は96%とやや小さい値となった。残留せん断応力に関しては、仕様1,2,3,5は黒皮のそれに対し139%~167%と大きくなり、仕様4は75%と小さな値となった。付着強度に関しては、仕様1,2,3,5は黒皮のそれに対し58%~86%と小さくなり、仕様4は125%と大きな値となった。

載荷が終わった供試体のモルタルを切断して、鋼とモ

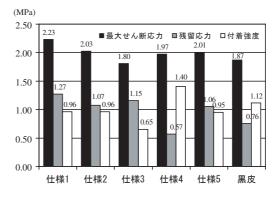


図-4 各防錆仕様のせん断応力結果 (3 供試体の平均)





a) 膜の破壊あり(仕様4) b) 膜の破壊なし(仕様5)

図-5 試験後の鋼円柱表面

ルタルの表面を観察した. 図-5a)の仕様4では赤いミストコートの膜がはがれてモルタルブロックに付着しているのに対し、図-5b)の仕様5ではモルタルブロックに膜などの付着は見られない. また塗膜の破壊は仕様1でも見られた. 膜の破壊した仕様1と仕様4を比較すると仕様4の残留せん断応力が仕様1の45%と小さい. このことから両者では膜の性質が残留せん断応力に影響したと考えられる.

一方,膜が破壊しなかった仕様2,3,5については,図-5b)に示すように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,付着破壊後には鋼円柱側に薄く残ったモルタルとモルタルブロックとが相対的にずれ動くため,防錆処理の性質が応力に影響しなかったと考えられる.

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. (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.
- 4) 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強度,複合構造の 活用に関するシンポジウム講演論文集,土木学会, Vol.5, pp.205-210, 2003.

(2013年2月12日提出)