

鋼コンクリート接触面の付着強度や剥離性状に及ぼす鋼材塗装の影響

宇都宮大学 学生会員 ○ 葛西孝平
学生会員 桑原伸太郎

フェロー会員 中島章典
正会員 NGUYEN MINH HAI 藤倉修一

1. はじめに

鋼コンクリート複合構造では、鋼材とコンクリートの接触面は必ず存在するが、鋼材がコンクリートに埋め込まれた接触面端部の腐食が問題となっている。一般に、鋼材がコンクリートに埋め込まれる部分の鋼材表面には無機ジンクリッチペイントなどが塗布されているが、それにもかかわらず接触面端部の鋼材の腐食が認められる場合もある。この理由は今のところ必ずしも明確ではない。鋼材がコンクリートに埋め込まれた接触面の鋼材に腐食が生じる理由の一つとして、鋼材表面の垂直方向に作用する何らかの外力によりコンクリートが鋼材表面から剥がれる際に鋼材表面の塗膜も同時に剥がれることによるとも考えられる。これまで、いくつかの塗膜を有する鋼材とコンクリートのせん断方向の付着に関する研究^{1),2)}は行われているが、垂直方向の付着に関する研究はあまり行われていない。

そこで本研究では、2種類の塗装及び塗装のない鋼材の3種類の鋼材表面と自然な付着状態を有するコンクリートとの接触面に対して、垂直方向の付着試験を行った。そして、塗膜ごとの付着強度や接触面の状態を調べた。

2. 試験体及び鋼材表面の概要

本研究では、大きさ $200 \times 200\text{mm}$ 、厚さ 12mm の鋼板を用い、鋼板の上に $100 \times 200\text{mm}$ のコンクリート圧縮強度試験用のモールドを置き、上から高さ 100mm 程度までコンクリートを打設して試験体を作製した。また、鋼板からコンクリート部分を上に引張るために径 10mm の全ねじの一端をコンクリート部分の円形断面の中心位置に埋め込んだ。ただし、その先端は鋼板には触れないように、鋼板と全ねじの先端との距離は 10mm 程度としている。

一方、鋼板の表面状態としては、鋼板に無機ジンクリッチペイントを塗布したもの（以下、無機ジンク鋼板と呼ぶ）、重防食塗装と言われるフッ素樹脂塗装を施したもの（以下、フッ素樹脂鋼板と呼ぶ）及び鋼板表面をブラスト処理した状態のもの（以下、ブラスト鋼板と呼ぶ）を用いた。表-1は各鋼板表面状態に対して、施された塗料の膜厚を示しており、最上層が鋼板の表面状態を表すことになる。

3. 付着試験の方法

付着試験に際しては、図-1のような実験方法を用いた。その実験方法を簡単に説明すると、試験体のコンクリート部分に埋め込んだ全ねじの先端にワイヤーを取り付け、ワイヤーの他端はフレーム式油圧ジャッキが取り付けられた横梁の上を通した後、 200kN 油圧ジャッキの先端に固定し、引張力を与えられるようにした。 200kN 油圧ジャッキのス

表-1 鋼板の表面状態

鋼板 表面状態	層目 (鋼板 側から)	塗装の種類	膜厚 μm
ブラスト 鋼板	1	ブラスト処理	-
無機 ジンク 鋼板	1 2	ブラスト処理 無機ジンクリッチペイント	75
フッ素 樹脂 鋼板	1 2 3 4 5 6	ブラスト鋼処理 無機ジンクリッチペイント エポキシ樹脂塗料下塗 エポキシ樹脂塗料下塗 フッ素樹脂塗料中塗 フッ素樹脂塗料上塗	- 75 - 120 30 25

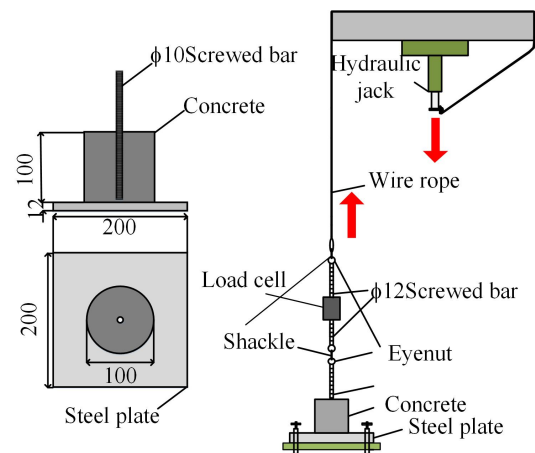


図-1 試験体及び実験方法概要図

トロークを出すことによってワイヤーを引き上げ鋼板とコンクリートの接触面に引張力を与えることが出来る。引張る際に全ねじに軸力のみが生じるように、ワイヤーと全ねじあるいは試験体と全ねじはリンクによって接合している。引張力は全ねじの上部に挿入したロードセル（容量 4.9kN ）により計測した。

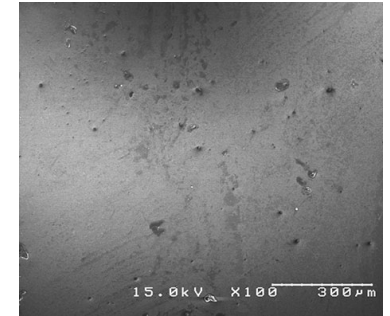
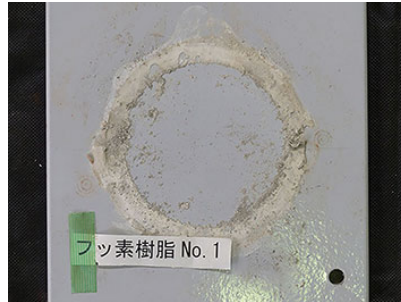
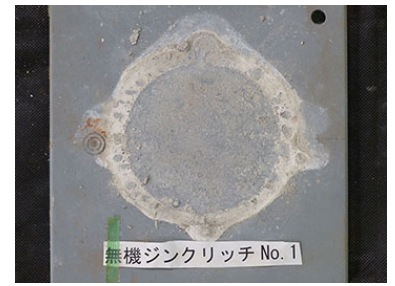
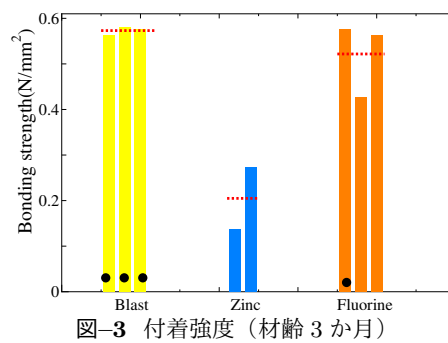
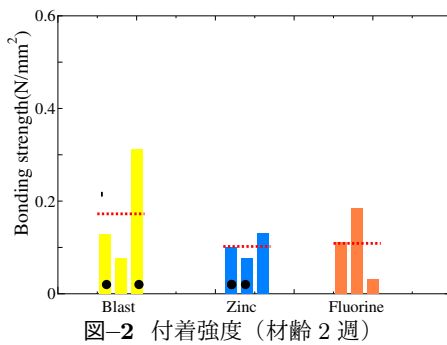
4. 実験結果

付着試験は、コンクリート打設後材齢2週とコンクリート打設後材齢3か月で行った。基本的に鋼材の表面状態ごとに3体の付着試験を行ったが、材齢3か月の無機ジンク鋼板試験体は2体となっている。また、各材齢時のコンクリートの圧縮強度及び引張強度は材齢2週付着試験では 25.0N/mm^2 、 2.6N/mm^2 、また材齢3か月付着試験では 32.7N/mm^2 、 2.8N/mm^2 である。

図-2及び図-3には、材齢2週の実験で得られた鋼材表面ごとの試験結果及び材齢3か月の試験結果を示している。図-2、図-3の縦軸は試験時の荷重を接触面積で除し、付着強度として示す。横軸は鋼材の表面状態に対応しており、棒

Key Words: 鋼コンクリート接触面 付着強度 無機ジンクリッチペイント、フッ素樹脂塗料

〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学大学院工学研究科地球環境デザイン学専攻 Tel.028-689-6208 Fax.028-689-6208



グラフの色で区別している。なお、各鋼材表面状態における付着強度の平均値を赤線で示している。さらに、各棒グラフの下の方に黒丸を付したものは、ロードセルの容量以内で付着強度とならなかったために、複数回付着試験を実施した場合の最大付着強度であることを示している。

図-2、図-3 から、材齢が 2 週から 3 か月になるとブラスト鋼板の平均付着強度は 0.17N/mm^2 から 0.57N/mm^2 に、フッ素樹脂鋼板の平均付着強度は 0.11N/mm^2 から 0.52N/mm^2 になり著しく増加している。これに対し、材齢が 2 週から 3 か月になると、無機ジンクリッチ鋼板では、材齢による平均付着強度は 0.10N/mm^2 から 0.20N/mm^2 となり、ブラスト鋼板やフッ素樹脂鋼板と比較すると付着強度の増加の割合が少ない。

(1) 試験後の接触面の状況

図-4 及び図-6 は付着試験後の無機ジンクリッチ鋼板及びフッ素樹脂鋼板の表面状態を示している。無機ジンクリッチ鋼板では、表面に薄くコンクリートが付着しており、無機ジンクリッチペイント塗膜が剥がれた跡はない。これに対して、フッ素樹脂鋼板では、表面にコンクリートの付着痕もほとんど認められず、フッ素樹脂塗料塗膜の剥がれもなかった。図-5、図-7 は、試験前の無機ジンクリッチ鋼板、フッ素樹脂鋼板から $20 \times 20\text{mm}$ の試験片を切り出し、走査型電子顕微鏡で観察した写真である。図-5、図-7 上の線分は写真右下にある数字を写真縮尺上の長さにしたものである。図-5 は倍率 150 倍の無機ジンクリッチ鋼板表面での顕微鏡写真である。図-5 から無機ジンクリッチ鋼板表面塗膜に空隙が点在することが分かる。セメント平均粒子径約 $10 \mu\text{m}$ であると言われてい

るが、この結果からセメント粒子が無機ジンクリッチ塗膜の空隙に入り込む可能性がある。一方、図-7 は倍率 100 倍のフッ素樹脂鋼板表面である。図-7 から、フッ素樹脂鋼板表面は平滑であるが、微視的には多少の凹凸が認められる。しかし、この凹凸は無機ジンクリッチ鋼板ほど大きくない。

5. まとめ

本研究では、塗装が施された鋼材の表面状態がコンクリートとの接触面の付着強度や剥離後の接触面の性状に及ぼす影響を実験的に調べた。

その結果、ブラスト鋼板及びフッ素樹脂鋼板の付着強度は、材齢 2 週から 3 か月で著しく増加するが、無機ジンクリッチ鋼板では、その期間での付着強度の増加の割合は小さい。また、材齢 3 か月のブラスト鋼板及びフッ素樹脂鋼板の付着強度は無機ジンクリッチ鋼板の付着強度の 2 倍以上である。さらに、無機ジンクリッチ鋼板及びフッ素樹脂鋼板の付着試験後の鋼板表面には、塗膜の剥がれは認められなかった。

以上の結果から、付着強度及び接触面の剥離後の表面性状から、鋼コンクリート接触面への表面塗装としてはフッ素樹脂塗装が望ましい場合もあると考えられる。

参考文献

- 1) 中島ら：付着、機械的作用を有する鋼・コンクリート接触面の静的・疲労性状に関する実験的検討，土木学会論文集 A，Vol.63A，No.4，pp.889-896，2007.
- 2) 山田ら：機械的接合部材の無い鋼モルタル界面のせん断応力伝達特性に関する基礎的研究，第 10 回復合・合成構造の活用に関するシンポジウム講演集，Vol.10，pp.61.1-61.8，2013.
- 3) 土木学会複合構造委員会：複合構造標準示方書 2014 原則編設計編，pp.57-58，2015.