

鋼とコンクリートの接触面の腐食に関する2, 3の実験的検討

宇都宮大学 学生員 ○ 和久晃希, 坂巻悠介, フェロー 会員 中島章典

1. はじめに

2007年6月20日に国道23号木曾川大橋において、1本のH型鋼斜材の破断が発見された。鋼斜材とコンクリートの接触面には隙間が生じており、この隙間から腐食因子が侵入し鋼斜材が激しく腐食し、破断に至ったと考えられている¹⁾。

鋼コンクリート複合構造中の鋼材とコンクリートの接触面には構造物の供用環境等の影響により少なからず隙間が生じており、場合によってはこの隙間から腐食因子が侵入することで鋼材は腐食する。

そこで、鋼とコンクリートの接触面を模擬した接触面に付着のある試験体と付着のない試験体を作製し水中環境で曝露試験を実施することで、本環境における付着の有無や曝露期間による腐食状況の違いや腐食発生要因を考察する。

一方、鋼材の腐食を防ぐ方法として鋼材表面に防錆塗装を施すことが一般的となっている。しかし、写真-1のように柱脚の根元部等のコンクリートと鋼材が接続している部分の鋼材に施された防錆塗装が剥離し腐食が発生する例が数多くあり、塗装剥離の要因や塗装剥離に結びつく腐食進展について明らかにすることは大変重要である。本研究では、柱脚を模擬した試験体を用いた曝露試験を行い塗装及び腐食の状況を観察することで、柱脚に施した防錆塗装の剥離及び腐食の発生要因を考察する。



写真-1 柱脚根元の塗装剥離及び腐食

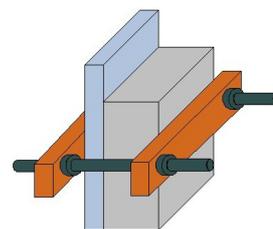
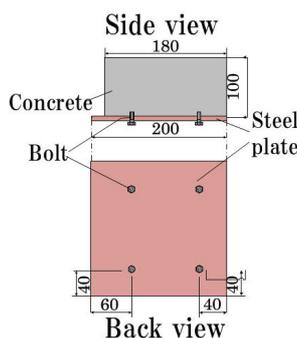


図-1 接触面に付着がある試験体 図-2 接触面に付着がない試験体

2. 実験概要

(1) 水中曝露試験体

鋼板とコンクリートの接触面に付着がある試験体の概要を図-1に示す。接触面を確認する前に鋼板とコンクリートが容易に外れないように固定するため、鋼板の四方にボルトを取り付けている。鋼板の上からコンクリートを打設することによって、接触面に付着がある試験体を作製し、打設から48時間後に脱型した。

接触面に付着がない試験体は、図-2のように脱型後に鋼板四方に取り付けたボルトを外し、パネコートと全ネジを用いて試験体を挟み込み再度固定することにより作製した。上記の方法で作製した試験体を脱型から1週間散水養生し、その後水中環境に設置した。

(2) 試験方法及び設置環境

ここでは、水中環境で曝露試験を行う。試験体は接触面がプール底面に垂直になるよう設置しており、試験体が完全に水に浸った状態を保つように適宜注水する。曝露期間が、90日、180日、1年経過した時点でそれぞれ鋼板を取り外し、腐食と中性化の進展状況を確認する。

なお、曝露期間90日と180日間の試験体は付着があるものとないものを3体ずつ、1年後確認する試験体は2体ずつ、計14体作製している。これまで、曝露期間90日と180日の試験体の鋼板を取り外し確認した。

接触面の鋼板の外観を目視することにより腐食状況を確認する。また、接触面のコンクリート表面にフェノールフタレイン液を散布することにより中性化状況を確認する。

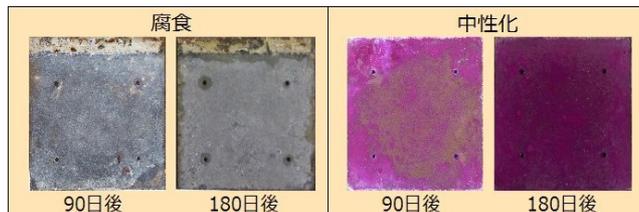


図-3 接触面に付着がある試験体の中性化及び腐食確認結果



図-4 接触面に付着がない試験体の中性化及び腐食確認結果

3. 実験結果及び考察

曝露期間90日、180日の試験体の中性化及び腐食状況について、接触面に付着がある試験体の確認結果を図-3に、付着がない試験体の確認結果を図-4示す。

接触面に付着がある試験体の場合、鋼板端部に僅かな腐食が見られるものの、曝露期間の長さに関わらずすべての試験体でほとんど中性化及び腐食は発生していない。

これに対して、180日後の試験体の鋼板を取り外した際、鋼板端に水で湿っている箇所が見られた。これは、水中曝露中に接触面に僅かな隙間が生じ水が侵入したことを示している。しかし、これに対応するコンクリート表面には中性化は確認できなかった。この要因としては、一般的に水中環境下において中性化は進行しにくく²⁾、

さらに接触面に付着がある試験体では生じた隙間が極めて狭く侵入した水分が極少量であることが考えられる。

一方、接触面に付着がない試験体の場合、曝露期間 90 日時点でコンクリート表面端部が中性化し、対応する鋼板には腐食が生じており、180 日後には中央部に向け大幅に進展している。この要因としては、付着のある試験体とは異なり比較的大きな隙間が生じているため接触面への水分侵入量が多く、中性化及び腐食が進行したと考えられる。

4. 模擬柱脚試験体の曝露試験

(1) 模擬柱脚試験体

試験体に用いた H 鋼の寸法と 3 パターンの塗装深さ及び各 H 鋼を用いて作製した試験体名を図-5 に、試験体概要図を図-6 に示す。試験体は各塗装深さごとに 2 体ずつ計 6 体作製した。

H 鋼表面におけるコンクリートの収縮の程度を確認するために図-6 に示すように帯鉄筋を配筋し、軸ひずみを定期的に計測する。軸ひずみを測定する試験体は D0a, D0b, D30a の 3 体とする。塗装の種類は、図-5 の網掛部分にはブラスト処理をした後下塗り塗装として無機ジंकリッチペイント、中塗り及び上塗り塗装としてフッ素樹脂塗料を施している。それ以外の部分にはブラスト処理後に無機ジंकリッチペイントを施している。

試験体の打設は 2014 年 11 月 19 日に行った。塗装剥離及び腐食は外観のみを目視により観察し、軸ひずみの測定は試験体打設時から行う。

なお発表当日には、可能な限り長い期間観察した確認結果を発表する予定である。

(2) 実験結果

a) 帯鉄筋の軸ひずみ測定

打設から約 1 か月間、帯鉄筋の軸ひずみを計測した結果を図-7 に示す。図の縦軸は、打設時に測定した軸ひずみと各測定時点での軸ひずみの差を、横軸は打設時からの経過日数が示している。

この図より、打設から 12 日目以降において軸ひずみは負の値つまり圧縮を示しており、鉄筋が圧縮される方向にコンクリートが収縮していることを示している。これより、H 鋼の表面にはコンクリートの収縮による引張力が作用していることが推測される。

b) 塗装及び腐食発生状況

打設から約 2 か月経過した 2015 年 1 月 6 日現在、いずれの試験体においても塗装は剥離しておらず腐食も発生していない。

しかし、H 鋼とコンクリートの接触面端部に僅かな隙間が生じている箇所が確認できた。この要因として、コンクリートが H 鋼表面から離れる方向に収縮したことにより、接触部が引っ張られ隙間が生じたのではないかと考えられる。

以上の観察により、H 鋼表面にはコンクリートの収縮による引張力が加わっていると予想される。そのため、さらに長期間曝露することにより H 鋼とコンクリートの接触面端部に隙間ができ腐食因子が侵入することによって腐食の発生に繋がる可能性がある。

5. おわりに

本研究により得られた結果をまとめると、以下の通りである。

1. 水中環境においてコンクリートは乾燥収縮及び中性化しにくい。そのため曝露期間 180 日までの場合、接触

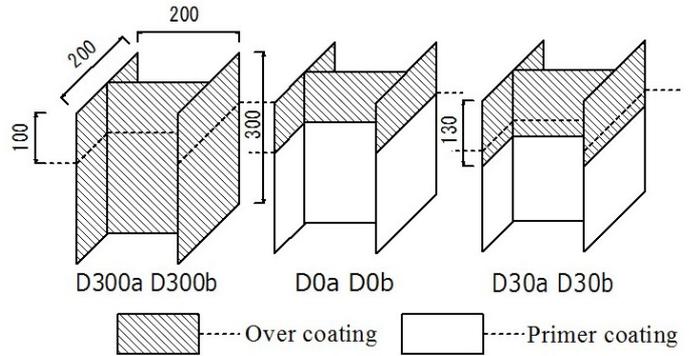


図-5 塗装深さ

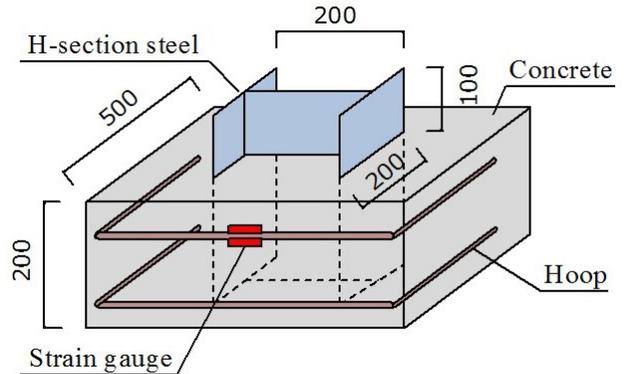


図-6 試験体概要図

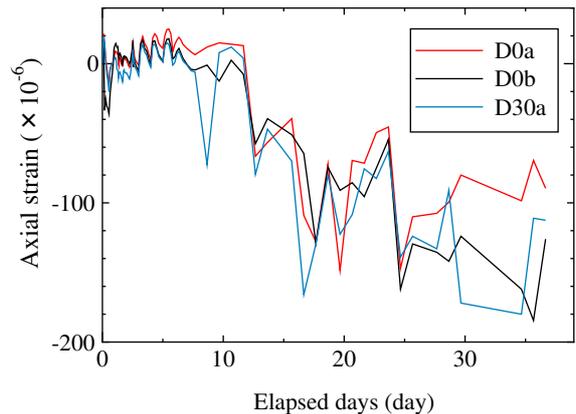


図-7 軸ひずみ計測結果

面に付着がある試験体では曝露期間の長さに関わらず接触面にほとんど隙間が生じず、水分の侵入も極微量であり、コンクリート表面端部は中性化せず、対応する鋼板には腐食が生じなかったと考えられる。

一方、接触面に付着がない試験体では中性化及び腐食は、曝露期間が長いほど、それぞれコンクリート及び鋼板の端から中央に向け大きく進展した。これは、あらかじめ接触面に比較的大きな隙間が生じており、接触面への水分侵入量が多かったためであると考えられる。

2. 模擬柱脚の曝露試験において、これまで確認できた期間では塗装の剥離及び腐食は見られなかった。しかし、コンクリートの乾燥収縮により H 鋼表面に引張力が加わっていることが推測されるため、今後この影響により接触面端部の塗装が剥離する可能性がある。

参考文献

- 1) 加藤光男：木曾大橋が破断した理由（維持管理時代への備え方）：日経コンストラクション、2007.7.27
- 2) コンクリートの基礎講座、財団法人建材試験センター建材試験情報 4、2007。