

立命館大学院理工学研究科 学生員 ○棚橋 泰文
 立命館大学工学部 学生員 根来 京輔
 立命館大学工学部 正会員 水田真紀・児島孝之

1. はじめに

海洋環境下におけるコンクリート構造物への外部からの塩分浸透は、従来考えられたよりも早く、それに伴う鋼材の腐食は大きな問題となっている。




そこで本研究では、ステンレス鉄筋 (SUS410) やエポキシ樹脂塗装鉄筋といった耐食性の高い鉄筋の両引き付着試験を行い、コンクリートと各種鉄筋間の付着性能を把握した。

2. 実験計画

(1) 供試体作製

供試体の寸法は、60×60×500mm とし、断面中央のかぶり 25mm の位置に各種鉄筋を 1 本 (D10) 配置した。鉄筋は、普通鉄筋、エポキシ樹脂塗装鉄筋、ステンレス鉄筋の 3 種とした (以下、供試体名を普通鉄筋、エポキシ、ステンレスとする)。各種鋼材の引張試験結果を表-1 に示す。ただし、ステンレス鉄筋は明確な降伏点を示さないため、0.2%ひずみに相当する応力を降伏点強度とした。またコンクリートには、水結合材比 40% でシリカフェームを 15% 内割りで置換したものを使用した。

表-1 各種鋼材の力学的特性

種類	形状	規格	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)	伸び率 (%)
普通鉄筋		SD345	384.8	609.1	24
エポキシ		SD345	411.3	538.9	26
ステンレス		SD295	365.0	501.6	30

※ f_y : 降伏点強度、 f_u : 引張強度

(2) 測定項目 (図-1)

- ①変位：供試体の 2 面に変位計を取り付け、軸方向の変位を計測した。
- ②ひび割れ幅：鉄筋位置に 50mm 間隔で①～⑨のπ型ゲージを取り付け、各箇所のひび割れ幅を測定した。
- ③ひび割れ間隔：鉄筋に対して垂直方向に入ったひび

割れの各間隔をノギスで測定し、それらの平均値を測定値とした。

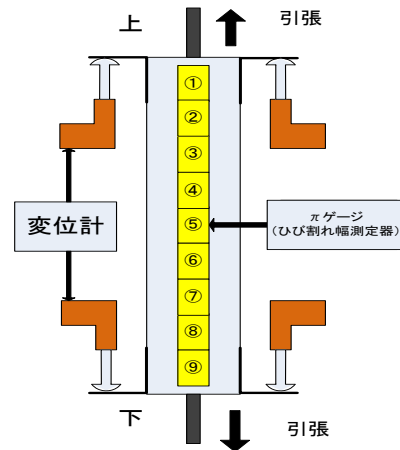


図-1 付着試験図

3. 実験結果および考察

図-2 に各供試体 4 面のひび割れ状況を、表-2 に両引き付着試験結果を、図-3～5 に荷重-ひび割れ幅の関係を示す。

(1) ひび割れ発生状況

エポキシは他の 2 種に比べて軸直角方向のひび割れの本数が少なく、さらに軸方向ひび割れは見られなかった。表-2 より、平均ひび割れ間隔も大きいことがわかる。一般に両引き試験において、軸方向ひび割れの発生および軸直角方向のひび割れの本数は、付着の良好さを示す指標になる。よって、エポキシ樹脂塗装鉄筋は付着に関して他の 2 種より劣っていることがわかった。

それに対して、ステンレスは側面にも多くの軸方向ひび割れが見られ、平均ひび割れ間隔も小さくなった。また、ステンレスと普通鉄筋を比較すると、ステンレスの方が平均ひび割れ間隔は小さく、軸直

角方向本数も多かった。これより、ステンレス鉄筋はひび割れ分散性に優れ、普通鉄筋と同程度の付着性能を有すると考えられる。

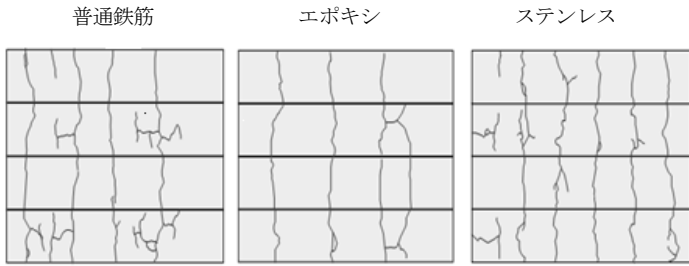


図-2 供試体ひび割れ図

(2) 荷重—ひび割れ幅関係

図-3~5 に示されたグラフで注目すべき点は、ひび割れ発生時期の違いである。普通鉄筋とステンレスは最初に入ったひび割れとほぼ同時に2つ目、3つ目のひび割れが発生することが分かった。さらに、各ひび割れ幅は同程度ずつ増加した。一方、エポキシは1本目と2本目のひび割れの発生する時期に差が見られた。また、最初に入ったひび割れのみ幅が増加していく傾向が見られた。

次に、ひび割れが入らなかった箇所にも着目した。普通鉄筋やステンレスにおいて、ひび割れが入った箇所に隣接する箇所のひび割れ幅の変位が減少しており圧縮力が発生していることがわかる。一方、エポキシには、そのような圧縮方向の変位はほとんど見られなかった。このことから、エポキシと他の2種とでは、付着性状が異なることがわかった。

以上より、エポキシ樹脂塗装鉄筋は、普通鉄筋やステンレス鉄筋に比べ付着に関して大きく劣っているという結果が得られた。

(3) 最大平均付着応力

次の2つの仮定、①コンクリートは引張強度に達するとひび割れが発生する、②定常状態のひび割れ間隔を実験で得られた平均ひび割れ間隔とする、に基づいて、最大平均付着応力を求めた。表-2 より最大平均付着応力は、エポキシ樹脂塗装鉄筋、普通鉄筋、ステンレス鉄筋の順に大きくなるという結果が得られた。これは、ひび割れ幅やひび割れ間隔などの測定から得られた結果とも一致しており、結果の裏付けとなった。

表-2 両引き付着試験結果

供試体名	コンクリート		平均ひび割れ間隔 (mm)	平均最大付着応力 (N/mm ²)
	f _c (N/mm ²)	f _t (N/mm ²)		
普通鉄筋	52.4	3.2	106.5	7.1
エポキシ	52.4	3.2	124.2	6.1
ステンレス	52.4	3.2	81.7	9.3

※f_c: 圧縮強度、f_t: 引張強度

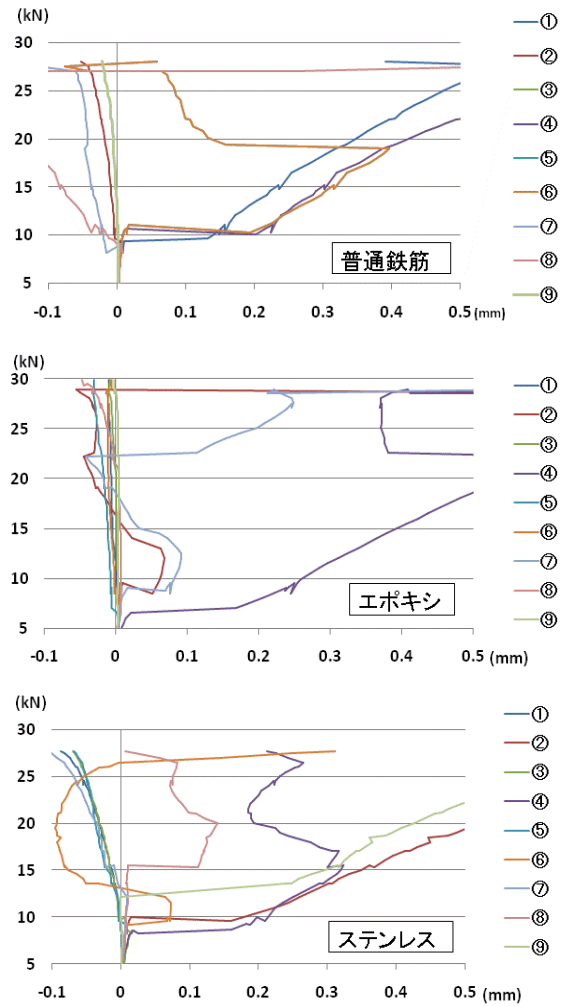


図-3, 4, 5 荷重—ひび割れ幅曲線

4. まとめ

(1) 本実験で使用したステンレス (SUS410) は一般のステンレス (SUS304) に比べ耐食性の劣るものであるが、普通鉄筋と同等以上の高い付着性能を有していた。また、伸び能力も高いので、重要な構造物にも適用可能であると考えられる。

(2) エポキシ樹脂塗装鉄筋は普通鉄筋よりも付着性能が大きく劣る。