

# 細径鉄筋のための付着強度試験方法に関する基礎実験

鹿児島大学工学部 学生会員  
鹿児島大学学術研究院 正会員  
日亜鋼業株式会社

○安井悠真 嶋田祐人  
山口明伸 審良善和 小池賢太郎  
森本信太郎 重松峰彦

## 1. はじめに

JSCE G 503「引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法」は D16 以上の鉄筋を主な対象に規格化された試験方法であり、D6 や D10 といった細径の鉄筋に適用した場合、表-1 に示す条件のもと供試体を作製し試験を実施することになる<sup>1)</sup>。しかし、この条件では非常に小さな供試体となり、適切に付着強度を測定することが困難になる。そこで本研究では、細径鉄筋を対象とした付着強度試験方法について検討することを目的に、形状を変化させた供試体を用いて付着強度試験を実施し、適切な試験方法について検討を行った。

## 2. 試験概要

### 2.1 供試体概要

表-2 に本試験で使用した供試体の種類および本数を示す。使用した鉄筋は D6 および D10 の鉄筋 (SD295) である。供試体は、JSCE G 503 に準拠して立方供試体とし、付着区間と非付着区間を設けた。ただし、供試体一辺の長さを D6 の場合は 40mm, 60mm, 100mm に、D10 の場合は 60mm, 100mm, 150mm に変更した。付着長は JSCE G 503 に定められている 4D に加え、付着長を十分に確保した供試体を作製した。

コンクリートの配合を表-3 に示す。JSCE G 503 では、材齢 28 日の圧縮強度が  $30\text{N/mm}^2$  になるように調整することになっているが高水セメント比となり、小型の供試体を作製するときのブリーディング等の影響が懸念される。そこで、今回は、標準的な水セメント比(W/C)として 50%とした。使用材料は、普通ポルトランドセメント (密度:  $3.15\text{g/cm}^3$ )、海砂 (密度:  $2.54\text{g/cm}^3$ , 吸水率: 1.84%)、砕石 (密度:  $2.64\text{g/cm}^3$ ,  $G_{\max}$ : 20mm) を用いた。打設日から 2 日後に脱型し、試験時 (材齢 28 日) まで  $20^\circ\text{C}$  の水中で養生を行った。

### 2.2 試験方法

付着強度試験の方法は JSCE G 503 に準拠し実施した<sup>1)</sup>。付着強度試験の状況を写真-1 に示す。試験時には、荷重と自由端のすべり量をデータロガーで連続計測し、0.002D 時の付着応力度および最大荷重時の最大付着応力度を測定した。なお、材齢 28 日の圧縮強度は  $49.3\text{N/mm}^2$  と大きく規準にしたがい補正した。

## 3. 試験結果および考察

### 3.1 試験結果および考察

図-1 に D6 鉄筋における付着応力度と付着長の関係を、図-2 に D10 鉄筋における付着応力度と付着長の関係を示す。なお、図中の矢印は、付着強度試験時に鉄筋が降伏した供試体があることを示している。D6 鉄筋について、付着長 64mm とした場合、5 体中 4 体の鉄筋が降伏し、最大付着応力度が測定できなかった。また、D10 鉄筋では、付着長



写真-1 試験の状況

表-1 供試体の寸法

|             | D6 | D10 |
|-------------|----|-----|
| 一辺の長さ (mm)  | 36 | 60  |
| 付着長 4D (mm) | 24 | 40  |
| 非付着長 (mm)   | 12 | 20  |

表-2 供試体の種類

|            | D6 |    |     |    |     |     | D10 |     |     |    |     |     | 合計 |
|------------|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|
| 一辺の長さ (mm) | 40 | 60 | 100 | 60 | 100 | 150 | 60  | 100 | 150 | 60 | 100 | 150 |    |
| 付着長 (mm)   | 24 | 24 | 40  | 24 | 40  | 64  | 40  | 40  | 64  | 40 | 64  | 102 |    |
| 試験体数 (体)   | 7  | 6  | 6   | 6  | 5   | 5   | 7   | 6   | 6   | 6  | 5   | 5   | 70 |

表-3 コンクリートの配合

| 鉄筋の呼び名  | スランブ (cm) | 水セメント比 (%) | 空気量 (%) | 細骨材率 (%) | 単位量 ( $\text{kg/m}^3$ ) |      |     |      |
|---------|-----------|------------|---------|----------|-------------------------|------|-----|------|
|         |           |            |         |          | 水                       | セメント | 細骨材 | 粗骨材  |
| D6, D10 | 12        | 50         | 4       | 42       | 175                     | 350  | 719 | 1032 |

102mm とした場合、5 体中 2 体の鉄筋が降伏し、付着長 64mm においても一辺の長さ 100mm の供試体で 6 体中 1 体の鉄筋が降伏したため、最大付着応力度が測定できなかった。試験時の荷重を確保したいところであるが付着長を必要以上に長くするべきでなく、また、付着長と一辺の長さには適当な組み合わせがあると予想される。

次に、鉄筋の降伏が確認されず付着応力度が計測された結果についてみると、D6 鉄筋および D10 鉄筋ともに、同一供試体においてばらつきのある結果であるが、そのばらつきは付着長や供試体一辺の長さが変わることによって生じる結果となった。また同様に、付着応力度および最大付着応力度にも差が生じていることが確認できる。

図-3 に D6 鉄筋における付着応力度と標準偏差の関係を、図-4 に D10 鉄筋における付着応力度と標準偏差の関係を示す。凡例は（一辺の長さ (mm) - 付着長 (mm)）として示している。また、白抜きでプロットしたものは鉄筋の降伏が確認されたものである。

D6 鉄筋の場合、いずれも付着応力度が小さくなるにつれて、標準偏差が大きくなる傾向にあった。これは、測定された付着応力度が本来の付着応力度より小さい値となった供試体があることを示している。引抜き荷重の低下は、ブリーディング等の施工上の欠陥により適切な評価ができなかった可能性があるとして推察される。そのため、D6 鉄筋に関しては、付着応力度が大きく、ばらつきが小さい、一辺の長さ 100mm、付着長 24mm の供試体が付着評価方法として適当であると考えられる。

D10 鉄筋の場合も標準偏差の大きさに違いがあるが、D6 鉄筋と同様の傾向を示した。しかし、60-40 の最大付着応力度は他と比べて小さく、標準偏差が 100-40 と同程度となった。試験後の供試体を切断し断面を確認したところ、60-40 の供試体にひび割れが確認された。これは、鉄筋のすべりにより発生する応力でコンクリートが破壊したと考えられ、適切な値が計測されたと考えにくい。以上のことから、一辺の長さ 100mm、付着長 40mm の供試体が付着評価方法として適当であると考えられる。

#### 4. まとめ

細径鉄筋の付着強度試験方法について検討した結果、供試体一辺の長さを 100mm、付着長を 4D として供試体を作製し、付着強度試験を行うことが適当であると考えられる。

参考文献: 1) 土木学会: コンクリート標準示方書 規準編, 引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法 (案), JSCE G 503,2013

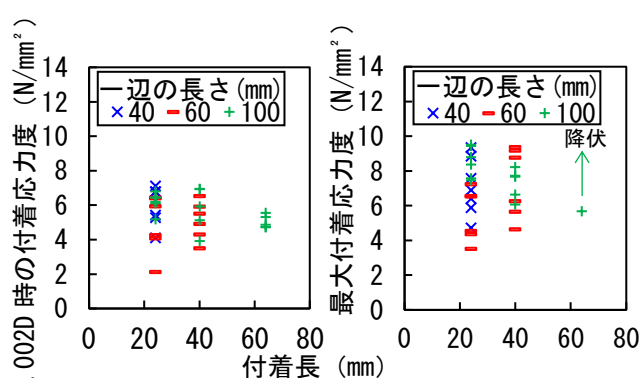


図-1 D6 鉄筋における付着応力度と付着長の関係

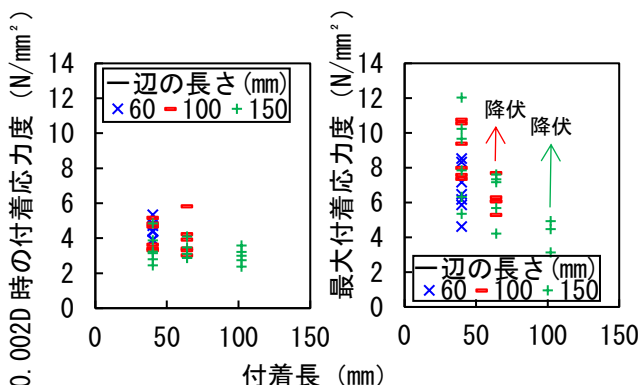


図-2 D10 鉄筋における付着応力度と付着長の関係

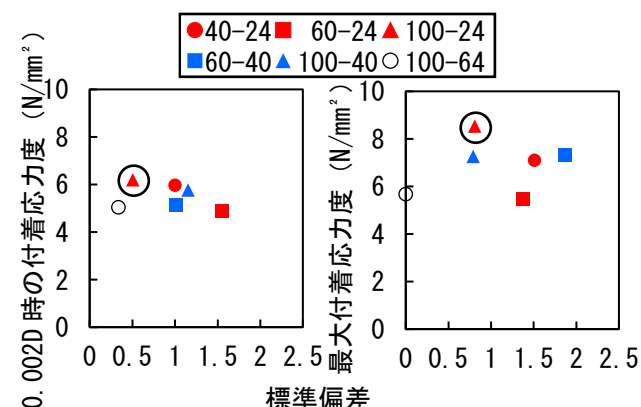


図-3 D6 鉄筋における付着応力度と標準偏差の関係

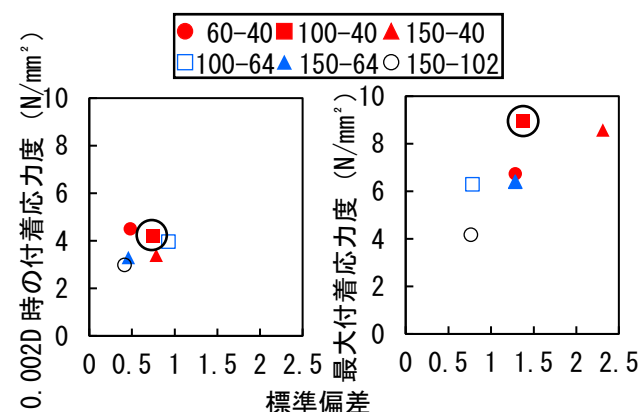


図-4 D10 鉄筋における付着応力度と標準偏差の関係