

モルタル充てん継手単体の疲労特性の評価について

東京鉄鋼株式会社  
東京鉄鋼土木株式会社  
東京鉄鋼株式会社

○正会員  
正会員  
正会員

鈴木 彬人  
小倉 貴裕  
後藤 隆臣

1. はじめに

近年、鉄筋コンクリート造の土木構造物は、鉄筋工事の施工合理化および施工品質向上の一手段として、機械式継手の採用が増加傾向にある。

鉄道構造物は、耐用期間中の安全を確保するため、走行による繰返し荷重に対しても、高い耐久性が求められており、それに用いられる鉄筋および継手についても同様の耐久性が求められている。これより、設計者は、鉄筋の疲労試験結果に基づく算定式を用いて、部材断面に配置されている鉄筋が、走行する車両を想定した設計変動応力度および設計耐用期間に見合った繰返し回数を満足するように照査を行っている。

継手部の疲労については、圧接継手の低減係数の検討<sup>1)</sup>やプレキャスト用途のモルタル充てん継手の試験結果<sup>2)</sup>等があるが、ラーメン高架橋の梁・スラブ等の様々な部位に使える機械式継手については試験結果が乏しい。

そこで、本件では、ラーメン高架橋の梁・スラブ等の部位に使えるモルタル充てん継手(以下、「スリーブ継手」)単体の疲労破壊に至るまでの載荷回数および応力振幅を確認し、算定値との比較を行った。

2. 試験体の作製

本実験の試験体は、図-1 に示すように、SD490 のねじ鉄筋をスリーブ継手に挿入した後、高強度の無収縮モルタルを充填して作製した。使用した鉄筋の呼び名は、D25、D38、D51 とした。

また、試験体の端部は、疲労試験機のチャック部での破断をさけるため、図-2 に示すようにアルミパイプとエポキシ樹脂を用いて補強を行った。

3. 試験条件

試験は、写真-1 に示す 2500kN 疲労試験機を用い、載荷速度 7Hz の正弦波で載荷を行った。加力条件の詳細を表-1 および表-2 に示す。

疲労による破断が起きるまでの載荷回数を記録し、載荷回数が 1000 万回を経過しても破断が確認されない場合は、載荷を終了した。

表-1 加力条件 (D25)

| 条件 No. | 応力 振幅 (N/mm <sup>2</sup> ) | 上限 応力 (N/mm <sup>2</sup> ) | 下限 応力 (N/mm <sup>2</sup> ) | 振幅 波形 | 載荷 速度 (Hz) | 試験体 数 |
|--------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------|------------|-------|
| ①      | 240                        | 270                        | 30                         | 正弦波   | 7          | 各 1 体 |
| ②      | 230                        | 260                        |                            |       |            | 各 2 体 |
| ③      | 220                        | 250                        |                            |       |            | 各 1 体 |
| ④      | 215                        | 245                        |                            |       |            | 各 2 体 |
| ⑤      | 210                        | 240                        |                            |       |            | 各 2 体 |
| ⑥      | 200                        | 230                        |                            |       |            |       |

表-2 加力条件 (D38 および D51)

| 条件 No. | 応力 振幅 (N/mm <sup>2</sup> ) | 上限 応力 (N/mm <sup>2</sup> ) | 下限 応力 (N/mm <sup>2</sup> ) | 振幅 波形 | 載荷 速度 (Hz) | 試験体 数 |
|--------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------|------------|-------|
| ①      | 220                        | 250                        | 30                         | 正弦波   | 7          | 各 1 体 |
| ②      | 200                        | 230                        |                            |       |            | 各 2 体 |
| ③      | 170                        | 200                        |                            |       |            |       |
| ④      | 160                        | 190                        |                            |       |            |       |
| ⑤      | 155                        | 185                        |                            |       |            |       |

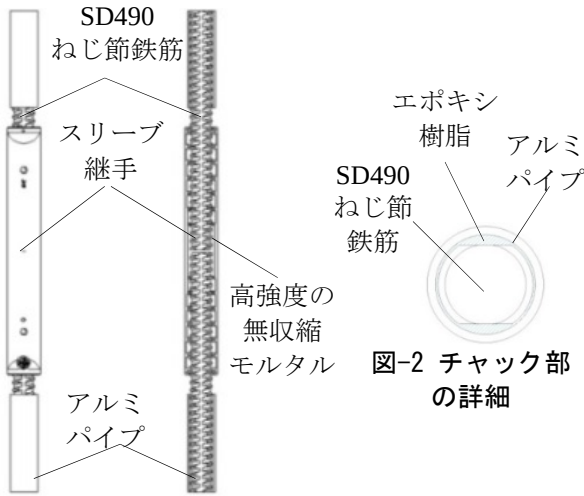


図-1 試験体模式図

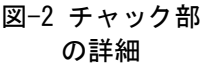


図-2 チャック部の詳細

キーワード：機械式継手、疲労、モルタル充填継手

東京鉄鋼株式会社 〒323-0819 栃木県小山市横倉新田 520 番地 TEL. 0285-28-1771 FAX. 0285-28-1717

## 4. 試験結果

応力振幅および載荷回数との関係は、図-3 に示すとおりである。また、試験結果と「鉄道構造物設計標準・同解説 コンクリート構造物」の「異形鉄筋の母材引張疲労強度」の算定式<sup>3), 4)</sup>を元に、S-N 線を図-3 中に示した。

D25 および D51 では、母材破断(写真-2 参照)もしくは、1000 万回を経過しての載荷終了となった。一方で、D38 では、応力振幅が 155N/mm<sup>2</sup>, 160N/mm<sup>2</sup> で 1000 万回を経過したことに対し、応力振幅が 200N/mm<sup>2</sup>, 220N/mm<sup>2</sup> において、スリーブ継手中央での破断が確認された。

ここで、算定値に対する実験値との比率を図-4 に示す。これより、いずれの条件においても、「異形鉄筋の母材引張疲労強度」の算定値を下回らない事を確認した。



写真-1 疲労試験状況

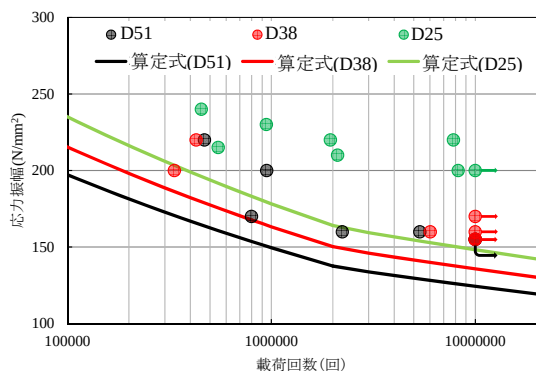


図-3 載荷回数および応力振幅の関係

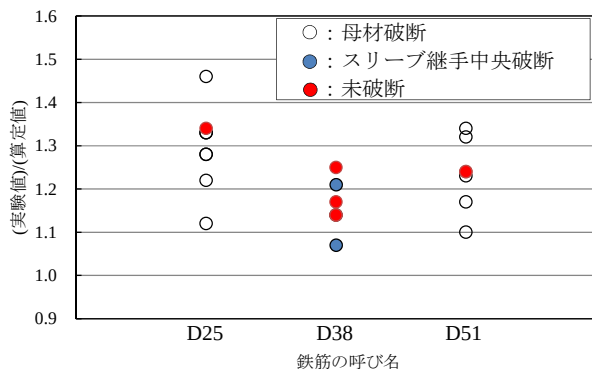


図-4 実験値と算定値の比較

## 5. まとめ

本検討に用いたモルタル充てん継手による鉄筋継手部の疲労性能は、鉄道構造物の疲労性能の照査に用いられる算定値と同等以上であった。



写真-2 試験体破断状況

「鉄道構造物設計標準・同解説 コンクリート構造物」の「異形鉄筋の母材引張疲労強度」の算定式

$$f_{srd} = \frac{10^{\alpha_r}}{N^k} \left( 1 - \frac{\sigma_{\min}}{f_{suk}} \right) / \gamma_s$$

$f_{srd}$  : 異形鉄筋の母材の設計引張疲労強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$N$  : 疲労寿命 (回)

$\alpha_r = 3.09 - 0.003 \phi$  ( $N \leq 2 \times 10^6$  回の場合)

$\alpha_r = 2.71 - 0.003 \phi$  ( $N > 2 \times 10^6$  回の場合)

$\phi$  : 鉄筋の公称直径 (mm)

$k = 0.12$  ( $N \leq 2 \times 10^6$  回の場合)

$k = 0.06$  ( $N > 2 \times 10^6$  回の場合)

$\sigma_{\min}$  : 鉄筋の最小引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

本件では、試験条件の下限応力の値である 30N/mm<sup>2</sup> とした。

$f_{suk}$  は、引張試験によって得られた引張強さ、または、JIS 規格等の下限値を適用する。本件では、JIS G 3112 の SD490 材を用いたことから、下限値の 620N/mm<sup>2</sup> とした。

$\gamma_s$  : 鉄筋の材料係数は、一般に用いられる 1.05 とした。

## &lt;&lt;参考文献&gt;&gt;

- 1) 二羽 淳一郎, 他 2 名: 異形鉄筋の疲労強度算定式, 土木学会論文集 第 354 号/V-2, pp.73-79, 1985.2
- 2) 北出 啓一郎, 他 2 名: フルプレキャスト部材に用いるモルタルスリーブ継手の疲労強度, 土木学会第 69 回年次学術講演会 V-3, pp.369-370, 2014.9
- 3) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物, pp.90-92, 2004
- 4) 吉田 幸司, 他 3 名: 論文 高繰返し回数での異形鉄筋の疲労強度に関する一考察, コンクリート工学年次論文集 Vol.25, No.2, pp.1135-1140, 2003