

## スタッド溶接を応用した鉄筋溶接継手の疲労強度

|               |     |      |               |      |      |
|---------------|-----|------|---------------|------|------|
| 大阪大学大学院       | 正会員 | 大西弘志 | 大阪大学大学院       | フェロー | 松井繁之 |
| 松尾エンジニアリング(株) | 正会員 | 野中晴夫 | 松尾エンジニアリング(株) | 正会員  | 阪野雅則 |
| ダイヘンスタッド(株)   | 正会員 | 西川和一 | ダイヘンスタッド(株)   | 正会員  | 豊岡恒夫 |

### 1. はじめに

鉄筋継手は鉄筋コンクリート構造を用いて土木構造物を建造する際に必ず用いなければならないものであり、これまでも重ね継手やガス圧接継手、エンクローズ溶接継手など多様な継手形式が用いられてきた。これらの鉄筋継手は新設の構造物に対しては問題なく使用できるが、近年、鉄筋コンクリート構造物の改修が増加するにつれて、施工条件の制約から従来の鉄筋継手を用いての改修が困難な事例が増加しつつある。

この問題を解決するための工法として、スタッド溶接を応用した溶接継手を開発した。この継手の特徴は1) 溶接に必要な鉄筋の長さが短いので既存鉄筋の露出量を抑えることができる、2) スタッドガンを用いて溶接を行うため施工が容易である、3) 異種の鉄筋に対する接合が可能である、などが挙げられ、施工条件面から従来の継手では困難であった鉄筋コンクリート構造物改修の急速施工に適用できると考えられる。しかしながら、この継手の疲労耐久性に関しては、開発直後であるので、十分な強度特性が準備されていない。そこで、スタッド溶接を応用した鉄筋溶接継手の疲労耐久性を確認するための疲労試験を行い、疲労強度を評価することにした。

### 2. 実験概要

本研究では疲労試験を実施するに際して、従来の継手との比較を行うために、鉄筋継手評価指針(案) - 高サイクル繰返し耐力性能 - と(付)鉄筋継手部の疲労試験方法(案)を参考にして、試験条件を決定した。今回の疲労試験で使用した供試体は図 - 1 に示すように全長 400mm で中央の部分に継手部がくるように継手加工を施した。使用材料は既存構造物への適用を

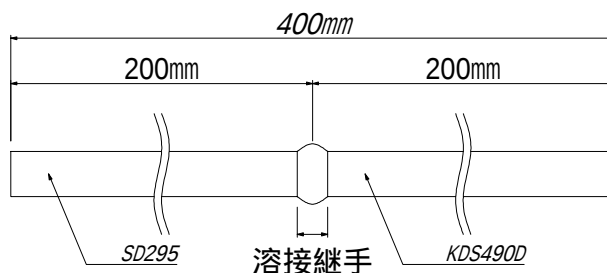


図 - 1 供試体概要

想定して、片側をSD295(D16)、他方をKDS490D(D16)とした。供試体への载荷は文献1)のデータとの比較を行うために、軸引張繰返し载荷を行うこととし、その载荷条件は下限応力  $29.4\text{N/mm}^2$ 、繰返し速度: 10Hz、繰返し上限:  $6 \times 10^6$  とした。ただし、一部の供試体に関しては試験期間の都合上、 $2 \times 10^6$  を上限回数として試験を実施した。また、溶接継手部の変形を確認するために溶接継手部をはさむ約 20mm の区間にマーキングを施し、疲労試験終了後に変形量の確認を行うことにした。

### 3. 試験結果

今回行った疲労試験結果の概要を表 - 1 に示し、今回の試験によって得られたデータと文献1)に提示されているエンクローズ溶接継手の疲労試験結果によるS - N関係を比較したものを図 - 2 に示す。

今回の試験では表 - 1 に示すように、破壊した供試体の全てにおいてチャック部での供試体の破壊は発生せず、評価対象部付近での破壊が全ての供試体で認められた。破断した供試体の破壊形式とし



写真 - 1 供試体破壊状況例

キーワード：疲労耐久性、鉄筋継手、スタッド溶接

〒565 - 0871 吹田市山田丘2 - 1 Tel : 06 - 6879 - 7618 Fax : 06 - 6879 - 7621

表 - 1 疲労試験結果概要

| 供試体  | 上限応力<br>(kgf/mm <sup>2</sup> ) | 下限応力<br>(kgf/mm <sup>2</sup> ) | 応力振幅<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 繰返し数 (N、×10 <sup>3</sup> ) |         | 備考   |
|------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|---------|------|
|      |                                |                                |                              | チャック切れ                     | 溶接部     |      |
| F-1  | 127.4                          | 29.4                           | 98.0                         | -                          | 2178.00 | 破断せず |
| F-2  | 137.2                          | 29.4                           | 107.8                        | -                          | 1711.89 |      |
| F-3  | 147.0                          | 29.4                           | 117.6                        | -                          | 6782.77 | 破断せず |
| F-4  | 156.8                          | 29.4                           | 127.4                        | -                          | 7590.00 | 破断せず |
| F-5  | 156.8                          | 29.4                           | 127.4                        | -                          | 6381.00 | 破断せず |
| F-6  | 161.7                          | 29.4                           | 132.3                        | -                          | 1711.70 |      |
| F-7  | 161.7                          | 29.4                           | 132.3                        | -                          | 825.84  |      |
| F-8  | 161.7                          | 29.4                           | 132.3                        | -                          | 789.07  |      |
| F-9  | 166.6                          | 29.4                           | 137.2                        | -                          | 2433.01 |      |
| F-10 | 166.6                          | 29.4                           | 137.2                        | -                          | 1123.81 |      |
| F-11 | 176.4                          | 29.4                           | 147.0                        | -                          | 1068.74 |      |
| F-12 | 200.9                          | 29.4                           | 171.5                        | -                          | 1309.88 |      |
| F-13 | 225.4                          | 29.4                           | 196.0                        | -                          | 444.78  |      |
| F-14 | 249.9                          | 29.4                           | 220.5                        | -                          | 213.32  |      |
| F-15 | 274.4                          | 29.4                           | 245.0                        | -                          | 155.62  |      |
| F-16 | 294.0                          | 29.4                           | 264.6                        | -                          | 77.23   |      |
| F-17 | 347.9                          | 29.4                           | 318.5                        | -                          | 52.18   |      |

ては溶接部の溶着金属止端付近で亀裂が発生し、破壊に至っているのが多く見受けられた。この破壊形式の一例を写真 - 1 に示す。このような形式の破壊を起こした供試体では溶接止端から少し外側に溶着金属がせり出した形状を示していることが多く、この形状が耐久性に影響しているのかどうかを検討する必要があるものと考えられる。また、溶接止端で破断した供試体以外の全ての供試体では通常鉄筋部で破断しており、溶接部内部での破断は確認されなかった。

今回の疲労試験で得られた結果とエンクローズ溶接継手に対して過去に行われた疲労試験の結果を比較すると、図 - 2 に示されるように、どちらの継手による供試体においても同じような場所にデータが位置しており、同じような S - N 関係を示すことがわかる。このことから、スタッド溶接による継手で接合した鉄筋の疲労強度はエンクローズ溶接継手で接合された鉄筋の疲労強度とほぼ同じであると推定される。ただし、今回の試験で使用した供試体では 107.8N/mm<sup>2</sup> の応力範囲で破断した (1711890cycles) もが存在する一方で、117.6N/mm<sup>2</sup>、127.4N/mm<sup>2</sup> の応力範囲で試験しても破断しなかった供試体が多数存在することから、疲労限を明確に確定するため、試験前の非破壊検査を正確に行う必要があると思われる。

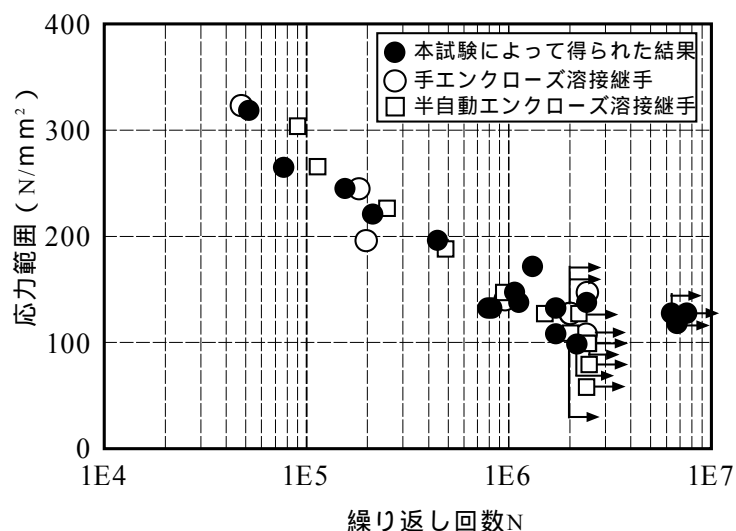


図 - 2 S - N関係の比較

#### 4. 結論

以上のことから本研究で得られた結論をまとめると以下のとおりである。1) スタッド溶接を用いた鉄筋継手では溶着金属止端での疲労破壊が多く、これが疲労限を下げている。よって溶接法の改良を考える必要がある。2) スタッド溶接を用いた鉄筋継手部の疲労耐久性はエンクローズ溶接継手と同等であると推定できるが、疲労限付近では疲労耐久性にばらつきが認められたことから、今後は適切な継手の品質管理手法についても検討が必要である。

(参考文献) 1) 土木学会：鉄筋継手指針 (その2) - 鉄筋のエンクローズ溶接継手 - コンクリートライブラリー55、昭和59年9月 2) 土木学会：鉄筋継手指針 - 鉄筋継手評価指針 (案) - コンクリートライブラリー49、昭和57年2月