

スタッド溶接を応用した鉄筋溶接継手の適用性に関する研究

大阪大学工学部 正会員 ○野田 哲貴
大阪大学大学院 フェロー 松井 繁之

大阪大学大学院 正会員 大西 弘志
松尾エンジニアリング(株) 野中 晴夫
ダイヘンスタッド(株) 法人 西川 和一

1、研究背景

土木構造物の維持管理工事は、構造物を供用しながら行うこと、そして輻輳した環境で行うことが多い。そのため新設の際には問題なく採用できる手法が、維持管理工事では採用できない場合がある。鉄筋コンクリート構造物の維持管理工事においては、著しい損傷が確認された場合、損傷箇所の部材の一部を打ち替える工法がとられる。この場合、損傷箇所のコンクリート部材を切断し、残ったコンクリートの一部をはつり、既存の鉄筋を露出させ、それに新しい鉄筋を配置するが、継手は重ね継手以外に溶接による方法がある。いずれの場合でも、この工事で発生するはつり騒音が周辺環境に大きな影響を及ぼすことが問題となるとともに、供用現場での工事は、作業可能時間と作業空間に制約を受ける。重ね継手に代わるガス圧接溶接継手、エンクローズ溶接継手でも、これらの厳しい条件を克服するのは困難な場合がある。

そこでスタッド溶接を応用した鉄筋溶接継手を開発し、維持管理工事における種々の悩みを解決できるものと期待され、積極的に採用されようとしている。スタッド溶接を応用した鉄筋溶接継手は、溶接ガンを使うため容易に施工できる上に、表 1 に示すように施工時間を大幅に短縮できる。また異種鉄筋同士

でも問題なく接合でき、既設鉄筋の必要露出長も大幅に抑えることができる。このような多くの利点を有しているが、開発して間もないため、強度・耐久性の点で既存の溶接継手と比較して遜色ないことを確認しなければ、実構造物に適用することはできない。そこでスタッド溶接を応用した鉄筋溶接継手の疲労特性に着目し、これを実験によって明らかにすることで、実構造物への適用性を検討することにした。

2、疲労試験の概要

土木構造物は常に死荷重、活荷重、風荷重などの様々な力を受けている。特に、橋梁では、活荷重の繰り返し作用による影響が大きいため、鉄筋溶接継手部には活荷重による疲労に対して十分な耐久性を有することが求められる。ここではスタッド溶接を応用した鉄

筋溶接継手を有する供試体を用いて疲労試験を行い、本溶接継手の疲労特性を明らかにする。供試体は図 1 に示すものを用いた。供試体は溶接後そのままの供試体（FA シリーズ、FB シリーズ）、疲労強度の向上を期待して溶接後熱処理を施した供試体（T シリーズ）、溶接方法の違いが疲労特性に与える影響を比較するためにガス圧接溶接継手を有する供試体の 3 種類を準備した。

疲労試験条件を表 2 に示す。ここで特徴的であるのは、鉄筋の疲労試験であるにも関わらず部分片振りという荷重方法を用いていること、本溶接継手が床版に用いられることを考慮して繰返し荷重回数を 500 万回以上としていることである。

キーワード 鉄筋溶接継手、スタッド溶接、疲労

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 TEL : 06-6879-7618 FAX : 06-6879-7621

表 1 溶接施工時間の比較

ガス圧接溶接	約5分
手エンクローズ溶接	8~15分
半自動エンクローズ溶接	1.5~2.5分
フラッシュ溶接	約1分
スタッド溶接を応用した溶接	約1秒

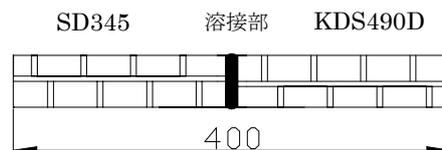


図 1 標準的な供試体の形状

表 2 疲労試験条件

荷重形式	軸引張繰返し荷重
荷重方法	部分片振り (下限応力 29.4N/mm ²)
荷重波形	正弦波
荷重速度	3~10Hz
上限繰返し回数	500万回
荷重制御	荷重制御

3、疲労試験結果

試験結果を疲労曲線として図 2 に示す。

FA シリーズ（SD295A と KDS490D を接合）と FB シリーズ（SD345 と KDS490D を接合）は、溶接継手部の疲労特性に大きな差はみられなかった。载荷回数 200 万回以下のデータから求めた回帰直線の傾きと切片は FA シリーズ、FB シリーズとも近い値となり、疲労限はともに約 98N/mm^2 であると考えられる。この数字は活荷重の影響が非常に大きい橋梁の床版における実際の作用応力と比較しても、十分実用性を持つものであるといえる。また前述の回帰直線は次の式①により求めた。

$$\log \Delta \sigma = -m \cdot \log N + C \cdot \cdot \cdot \textcircled{1}$$

溶接後熱処理を施した T シリーズは、比較的高い応力振幅の領域においては FA、FB シリーズと比較して疲労特性に大きな差はみられなかったが、疲労限は約 127.4N/mm^2 に上昇しており、このことから溶接後熱処理は高サイクル疲労強度を高め、疲労限を約 29.4N/mm^2 向上させる効果を有することが認められた。したがって溶接後熱処理を施すことで、溶接継手部の疲労耐久性の改善が達成できたと考えられる。

今回比較に用いたガス圧接溶接継手の疲労強度は FA、FB、T シリーズを上回っており、試験結果は母材鉄筋の疲労曲線¹⁾ に近づいている。これは今回用いたガス圧接溶接継手は非常に丁寧に施工されており、写真 1 に示すように継手部の形状が滑らかで応力集中が起こりにくい形状になっているからであると考えられる。一方スタッド溶接を応用した鉄筋溶接継手部の亀裂発生点の形状は写真 2 に示すように非常に鋭敏であり、応力集中により疲労強度を低下させる原因となっている。溶接継手部の形状を改善することによって、さらに疲労強度を向上させたいと考えている。

4、結論

疲労強度という視点からの実験と検証の結果、スタッド溶接を応用した鉄筋溶接継手の実構造物への適用性は十分にあると言える。これまで鉄筋溶接継手の主流であったエンクローズ溶接継手とガス圧接溶接継手に加えて、本溶接継手は新たな選択肢として考慮されるべきである。鉄筋コンクリート構造物の維持管理工事における既存コンクリートのはつり量の少なさとそれによるはつり騒音の低減、また省スペース、急速施工という利点を生かして、既存の溶接継手の弱点を補う存在になることが期待される。

【参考文献】1) セメント協会：セメント・コンクリート論文集 No.48、1994、p.602～p.607

95.異形鉄筋の疲労強度評価式の誘導

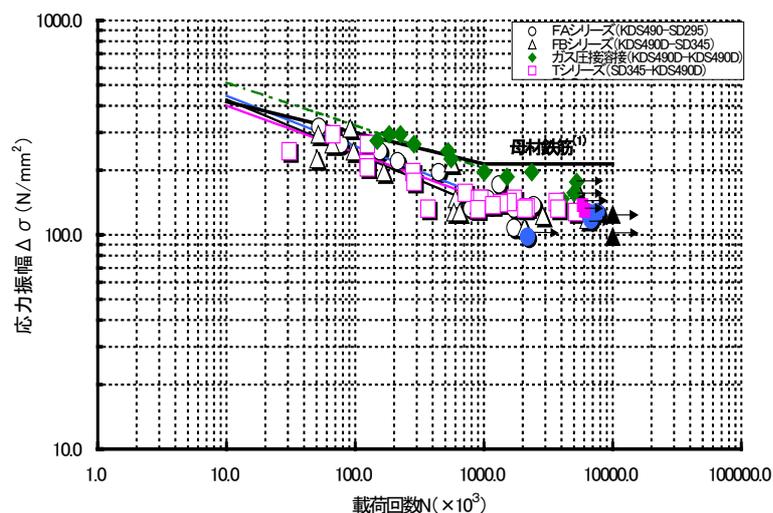


図 2 疲労試験結果



写真 1 ガス圧接溶接継手部



写真 2 スタッド溶接を
応用した鉄筋溶接継手部