

大阪大学工学部 正会員 ○野田 哲貴

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) 野中 晴夫

ダイヘンスタッド(株) 法人会員 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とがある。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、重ね継手以外に溶接による接合方法がある。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。さら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。既存の重ね継手、ガス圧接溶接継手、エンクローズ溶接継手などの鉄筋継手でも、これらの厳しい条件を克服するのは困難な場合がある。

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

そこでスタッド溶接を応用した鉄筋溶接継手が開発され、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、開発されて間もないため、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力学特性を実験によって明らかにし、本溶接方法の実構造物への適用性を検討する。

2、溶接継手部の材料特性

鋼材の金属組織は含有元素の種類と量だけでなく、溶接等の処理に伴う熱影響によっても様々に変化する。特に溶接継手部の材料特性は、その破壊形態に関わる延性やじん性などに大きな影響を及ぼすため、正確に把握する必要がある。そこでスタッド溶接を応用した鉄筋溶接継手の材料特性を明らかにするために、溶接継手部のシャルピー衝撃試験とビッカース硬さ試験を行った。衝撃試験片は本溶接方法により作製された供試体(図1)より、SD345鉄筋部、KDS490D鉄筋部、溶接部の3種類採取し、硬さ試験は溶接部断面を試験片とした。試験の結果、KDS490D鉄筋の吸収エネルギーは他の2つに比べて大きく、高いじん性を有しているのに対して、SD345鉄筋の吸収エネルギーは溶接部と大差がないことが判明した。これは破面の模様の差にも表れており、SD345鉄筋と溶接部はほぼ完全な脆性破壊、KDS490D鉄筋は脆性破壊と延性破壊が

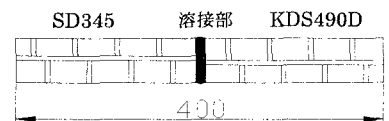


図1 標準的な供試体の形状

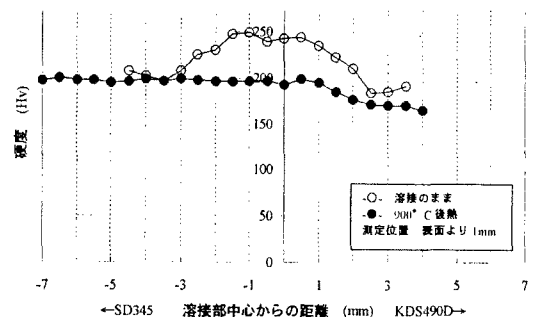


図2 硬さ試験結果(硬度分布)

混合している。図 2 には硬さ試験結果を硬度分布で示しているが、図より溶接継手部には極端に硬化している部分はなく溶接施工に問題はないといえる。また溶接後熱処理には、熱影響部の硬化を抑える効果が認められた。

3、溶接継手部の引張試験

一般に部材の継手部は構造物にとって弱点となりやすい部位であると考えられており、継手部の品質は構造物の品質を左右しているともいえる。そこで、スタッド溶接を応用した鉄筋溶接継手の静的強度特性を明らかにするために、引張試験を行った。試験片は JIS 2 号試験片と JIS 4 号試験片を使用した。

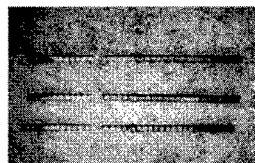


写真 1 2号試験片破断状況

試験の結果、右の写真に示すように試験片は溶接部ではなく、全て鉄筋母材部で破断した。また引張強度は 4 号試験片に比べて 2 号試験片はやや低い値となったが、全て JIS の規格値を満足している。したがって溶接により機械的性質はやや低下するが素材の性能は失われておらず、低下の度合いは実構造物への適用性に問題が生じるほどではないといえる。本溶接継手は実構造物への適用に当って十分な引張強度、伸び性能を有していると考えられる。

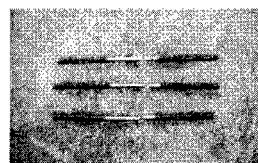


写真 2 4号試験片破断状況

4、溶接継手部の疲労試験

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。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。また溶接後そのままの供試体と溶接後熱処理を施した供試体、比較用にガス圧接溶接継手を有する供試体を準備した。

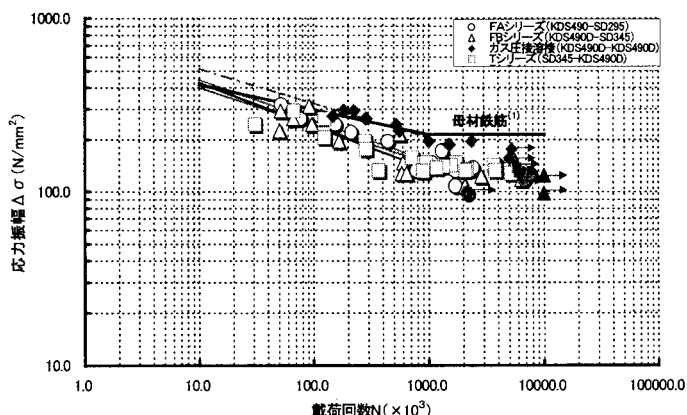


図 3 疲労試験結果

試験結果を疲労曲線として図 3 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。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 98 N/mm^2 であると考えられる。ところが溶接後熱処理を施した T シリーズの疲労限は約 127.4 N/mm^2 であり、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 29.4 N/mm^2 向上させる効果を有することが認められた。また今回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、継手部の膨らみ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。上記のような疲労強度特性から本鉄筋溶接継手は十分に実用性があるといえる。

【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