

(V - 1) 欠陥のある鉄筋ガス圧接継手部の強度特性評価

芝浦工業大学 学生会員 長野 岳宏
東京大学生産技術研究所 正会員 館石 和雄
芝浦工業大学 正会員 矢島 哲司
東京大学国際産学共同研究センター F 会員 魚本 健人

1. はじめに

鉄筋のガス圧接法は、鉄筋端面同士を突き合わせ、軸方向に圧縮力を加えながら突き合わせ部を加熱して接合する方法であり、一般に健全な圧接作業を施した鉄筋継手であれば母材と同等以上の強度を有する。しかし、鉄筋コンクリート構造物に使用される場合、圧接施工後直ちにコンクリート中に埋設し、その後の監視が不可能であり、万一圧接時の施工不良が生じた場合、圧接部破断による構造物倒壊にもつながりかねないという問題を抱えている。

本研究では、欠陥を含んだ継手圧接界面部の強度特性を把握するため、健全な継手と欠陥を施した継手を作製し、各種継手の圧接界面部から試験片を放電加工によって切り出し、切り出した試験片の強度特性を実験的に検討した。さらにマイクロ스코プによる破面観察から接合不良破面部を特定し、実験データとの関係を画像解析によって求めた。

2. 実験概要

鉄筋端面間に 1mm の隙間を空け、バーナー加熱中に意図的に加熱炎を 10 秒間外して圧接作業を行ったもの（記号：A）、鉄筋端部のグラインダー研削処理後、片側端面部にペイントを施したもの（記号：P）、健全な圧接作業を行ったもの（記号：S）の合計 3 種の継手を作製し、各種継手の圧接界面部から円柱形試験片（最小直径：約 3mm・試験片平行部：約 10mm・全長：約 50mm）を放電加工により切り出した。なお、今回の試験片に使用した鉄筋継手は、超音波探傷検査に全て合格した。継手に使用した高炉異形鉄筋の材料特性を表 - 1 に、圧接面における試験片切り出し位置と試験片の概略図を図 - 1 に示す。

引張試験においては、試験片平行部（約 10mm）の両端に軸方向と垂直に罫書き線を引き、引張試験前・後における罫書き間の距離を測定し、伸びを算出した。ひずみの計測は試験片平行部に取りつけた変位計に

表-1 材料特性

鋼種	降伏強度	引張強度	伸び	C	Si	Mn	P	S
	(MPa)	(MPa)	(%)	×100	×100	×100	×1000	×1000
SD-345	414	581	23	20	42	127	20	19

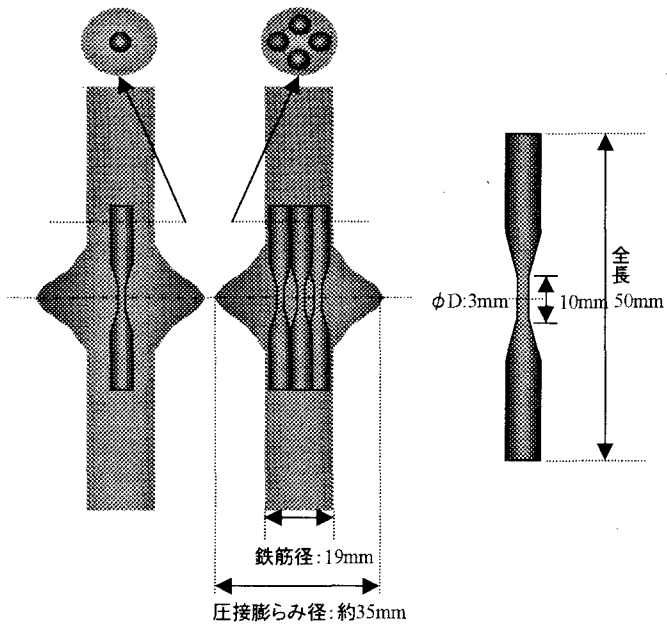


図-1 試験片切り出し位置と試験片概略図

キーワード：圧接継手・施工不良・内部欠陥・低サイクル疲労・画像解析

連絡 先：〒106 東京都港区六本木 7-22-1 TEL03-3402-6231 FAX03-3470-0759

より行った。正負低サイクル疲労試験はひずみ制御により行い、3000～18000 μ 、計5段階のひずみ振幅を設定し、各ひずみ振幅と破断までの関係をまとめた。

3. 実験結果及び考察

引張試験結果（荷重-変位関係）の代表例を図-2 に、試験片種類と伸びの関係を図-3 に示す。Sと比較し、A、Pの伸びは顕著に低下する傾向を示し、A、P間においても伸びに若干の違いが認められる。図-4 に低サイクル疲労試験結果（ひずみ振幅-破断寿命関係）を示す。A、P、Sの同ひずみ振幅における破断寿命を比較すると、Sに対し、Aは1/6、Pは1/20程度に破断寿命が低下している。引張試験及び疲労試験における伸び、破断寿命の低下原因を把握するため、各種試験片の破面観察をマイクロ스코プによって行ったところ、A、Pに関してはフラット部と光沢部が確認できたが、Sに関してはフラット部が全く確認できなかった。これは、A、Pに関し、意図的に施工不良を行ったことにより、圧接面内部に接合不良部が形成され、引張ならびに低サイクル疲労で破断する際、接合不良部がフラット破面となり、それ以外の接合が成されている部位が光沢破面として現れたためであると考えられる。そこで、A、Pに関し、フラット部と光沢部を2値化することによりフラット部の面積を画像解析により算出し、破面全体の面積からフラット部の面積率（フラット破面率）を求めた。試験片種類とフラット破面率の関係を図-5 に示す。Pに関してはフラット破面率が約60～90%、Aに関しては約40～90%、Sはフラット部が確認できないため、0%である。よって、フラット破面率がA、Pの伸び、破断寿命の著しい低下要因となっていることがわかる。

4. まとめ

本研究により、意図的に施工不良を施した鉄筋継手接合面には、接合不良部が存在し、伸び、破断寿命の著しい低下を来す要因となっていることが明らかとなった。実験概要でも述べたが、本研究に使用した鉄筋継手は、全て超音波探傷検査に合格したものである。よって、超音波探傷検査でも特定できない接合不良部が圧接面に存在し、伸び、低サイクル疲労強度の著しい低下要因となるため、圧接部の品質に関し、より細心の注意を払うべきであると思う。

謝辞： 今回の実験にあたり、鉄筋ガス圧接継手作製にご協力頂いた日本ガス圧接株式会社の皆様ならびに本研究をまとめるにあたり、多大なご協力を頂いた東京大学生産技術研究所助手の加藤佳孝氏、千葉工業大学修士2年生の鈴木元敏氏に深く感謝致します。

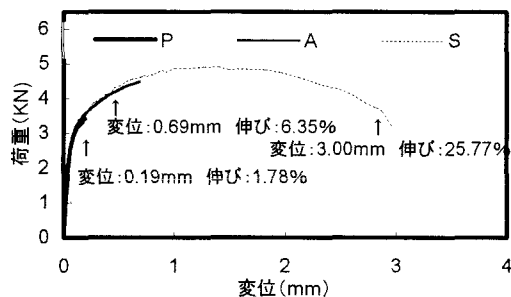


図-2 荷重-変位関係

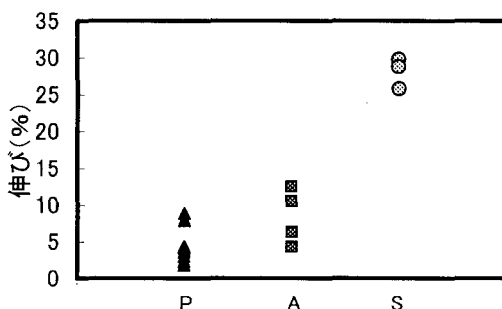


図-3 試験片種類と伸びの関係

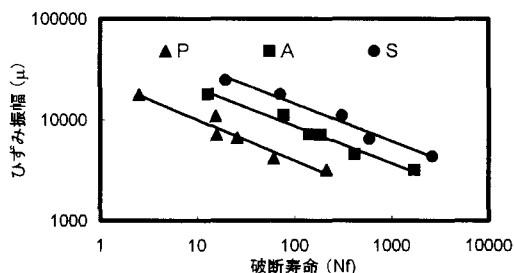


図-4 ひずみ振幅-破断寿命関係

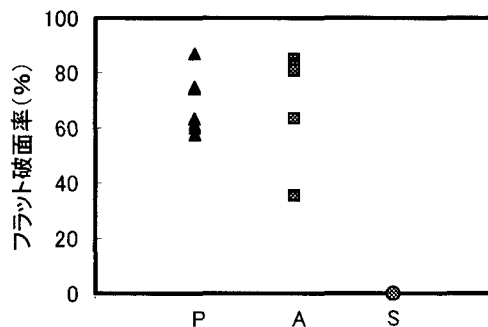


図-5 試験片種類とフラット破面率の関係