異種・異径鉄筋のガス圧接継手性能評価

フジタ　正会員　○笹谷　輝勝
大成建設　成原　弘之
東京工業大学　林　静雄
（社）日本圧接協会　矢部　喜堂

１．はじめに

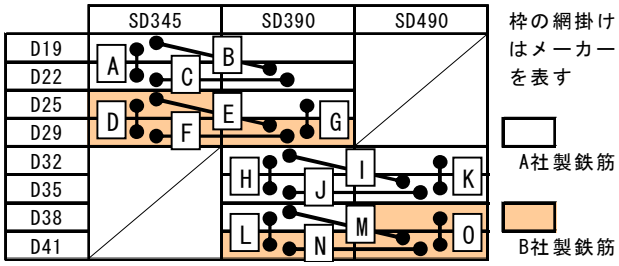
ガス圧接継手は，これまでの調査研究によって，同鋼種で同径の継手に対して機械式継手や溶接継手と同様にＡ級継手（平成３年建設省住指発第 31 号に示されている継手性能）としての性能を有することが確認されている。しかし，異なる強度種別や異なる径の鉄筋のガス圧接継手（異種継手および異径継手）がＡ級継手の性能を有するか否かは不明であった。本報は，この点について検討するために実施した異種異径継手の性能評価試験結果である。

２．試験計画

試験の組合せは**表１**に示す継手記号Ａ～０に区別した 15 種類である。異種継手は直近の強度種別間，異径継手は１サイズ違いのみを対象とした。異種かつ異径の継手は，全て高強度側を太径鉄筋とした。試験材には２社の電炉鉄筋メーカーの横節鉄筋を使用した。継手試験片の本数は，全 15 種類を各 8 本ずつ（予備 2 本を含む）の計 120 本である。これを手動ガス圧接 4 種の有資格者 3 名で分担し，太径側または高強度側を下側にした縦向きで圧接した。圧接施工は，リングバーナーを用いて還元炎のガス流量比をアセチレン（C_2H_2）：酸素（O_2）＝1.3：1 としたほか，（社）日本圧接協会の標準仕様書に基づいて実施した。

性能評価試験は，一方向繰返し引張試験および曲げ試験とした。一方向繰返し引張試験方法を**図１**に示す。同試験は 15 種類の異種異径継手で各 3 本の計 45 本について実施した。繰返し加力の上限応力（σc）は低強度側鉄筋の実降伏応力σy の 1.2 倍の応力とし，細径側鉄筋の径の 6 倍を特定検長とする区間のひずみを測定した。また，参考として，低強度側鉄筋の圧接面から 2D（D：鉄筋径）および 6D の位置に標点を打刻し，その間 4D の区間の試験前後の長さを測定し，伸びを算出した。曲げ試験状況を**写真１**に，曲げ試験片形状を**図２**に示す。曲げ試験も各 3 本ずつ，計 45 本について実施することとしたが，一部の継手では追加試験を実施した。試験片は，押し金具が圧接部の中心に当たるように，ふくらみの曲げ加圧面を平坦に切削加工した。なお，B, E, F, I, K, M, N の 8 種類の各 1 本については，曲げ角度 0，45，90° にて図中のポンチ間の長さをノギスにて測定し，ひずみを求めた。

表１　異径異種継手における鉄筋の組合せ



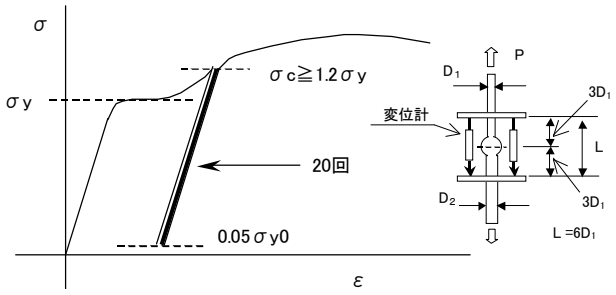


図１　一方向繰返し引張試験方法

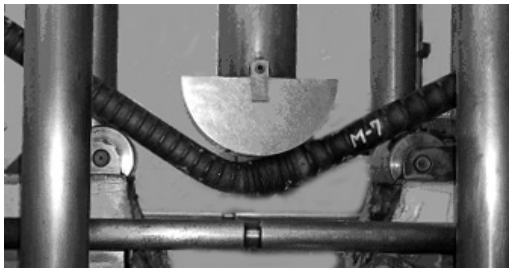


写真１　曲げ試験状況

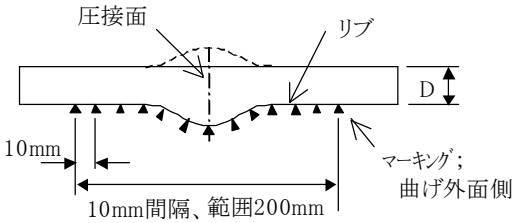


図２　曲げ試験片形状とポンチマーク

キーワード　ガス圧接継手，性能評価，異種継手，異径継手，異種異径継手
連絡先　〒243-0125　神奈川県厚木市小野 2025-1　（株）フジタ技術センター　ＴＥＬ046-250-7095

表２　一方向繰返し引張試験結果

継手記号	降伏点強度 引張強度	破断 位置	α＝ σu/σy	伸び (%)
O,K以外	合格	母材		
K-1	合格	HAZ	1.32	12.2
K-2	合格	HAZ	1.32	13.2
K-3	合格	圧接部*	1.32	12.1
O-1	合格	HAZ	1.33	11.2
O-2	合格	HAZ	1.32	11.5
O-3	合格	HAZ	1.33	13.4

*圧接面から細径側に15mm離れたふくらみの内側

表３　曲げ試験結果

継手記号	90度曲げ結果 (折損角度)	折損位置	継手記号	90度曲げ結果 (折損角度)	折損位置
J-5	(36.5°)	圧接面(フラット)	N-5	折損なし	―
J-6	(42°)	圧接面(フラット)	N-6	(30°)	SD490・D41圧接部
J-7	折損なし	―	N-7	(51°)	SD390・D41圧接部
J追加8本	折損なし	―	O-5	(39.5°)	SD490・D38圧接部
M-5	(57°)	SD390・D38圧接部	O-6	(45°)	SD490・D38圧接部
M-6	折損なし	―	O-7	(25.5°)	SD490・D38圧接部
M-7	(72.5°)	SD390・D38圧接部	JMNO以外	折損なし	―

３．試験結果および検討

3.1　一方向繰返し引張試験

一方向繰返し引張試験の結果を**表２**に示す。SD490 同士の異径継手である記号 K と O で圧接部や HAZ（熱影響部）での破断が生じた。しかし，応力上昇率α(=σu/σy)が 1.32 であり，破断した細径側の 4D の区間の一様伸びが 11～13%であることから，母材破断ではないものの十分な伸びを生じて破断したと判断できる。なお，K,O 以外の継手は全て母材破断であった。

3.1　曲げ試験

曲げ試験結果を**表３**に，試験後の試験片の例を**写真２**に示す。異径継手の曲げ試験では細径側が大きく曲がり，曲げの中心も細径側にずれていく傾向が顕著であった。異種継手においても低強度側の曲がりがやや大きい傾向があったが異径継手ほどではない。圧接面折れが生じた記号Ｊの２本では，破面にフラットが観察され，圧接時の状況と合わせ不適切な施工が懸念された。そこで，予備試験片 2 本と追加試験片 6 本の試験を行った結果，その全てが 90° まで折損しなかった。一方，90° 以前での圧接部折れは，いずれも D38 以上の太径鉄筋で生じている。記号Ｍ と Ｎの１本では SD390 で折損しているが，これらの折損角度はそれ以外の SD490 での折損に比べて相対的に大きい。高強度鉄筋となるほど加熱によって脆化する傾向が大きいが，太径鉄筋では圧接時の入熱量も大きいため，圧接部での折損が生じやすいことが上記の結果の原因と推定できる。曲げ試験におけるひずみ分布の例を**図３**に示す。異径継手では同図 a)のように，細径側のみが曲がるため細径側のひずみが卓越する。そのため，90° 未満で折損したものでもその部分のひずみは著しく大きい。一方，同径異種継手では図 b)のように，高強度側もほぼ同様のひずみが生じている。

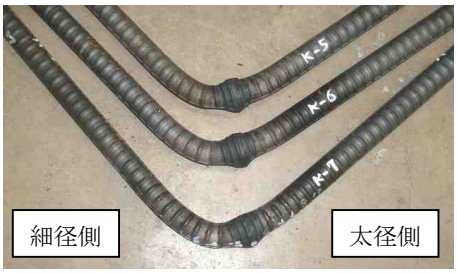


写真２　曲げ試験片の例（記号 K）

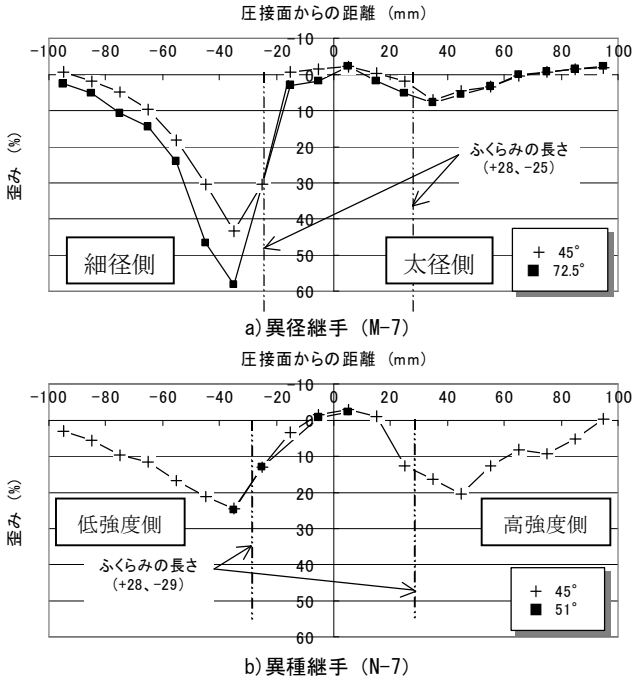


図３　曲げ試験におけるひずみ分布

４．まとめ

ガス圧接による異種異径継手について，一方向繰返し引張試験と曲げ試験を行った結果，以下の結論を得た。

1)一方向繰返し引張試験で全てが十分な伸びを示し，曲げ試験における折損も当該部分のひずみが進行している等から，本試験の範囲の適切に施工された異種異径ガス圧接継手はＡ級継手の性能を有すると判断される。

2) 異径継手の曲げ試験では，圧接面と曲げの中心を揃えて曲げることが困難であり，伸び性能評価のための試験として適当でないので，今後，試験法も含めて検討が必要である。

本研究は，（社）日本圧接協会 技術委員会 異種異径継手性能調査研究小委員会（委員長：成原弘之）にて実施したものである。