

V-502

各種鉄筋継手の高速・低温・繰返し載荷実験

建設省土木研究所 正会員 森濱和正
建設省土木研究所 正会員 河野広隆
建設省土木研究所 正会員 加藤俊二

1. まえがき

兵庫県南部地震において、RC構造物中の鉄筋継手部に破断現象がみられた。鉄筋は地震時には載荷速度の大きい荷重を受けたり、塑性域の正負繰返しを受ける。また、金属は温度が低くなると脆性的になる。鉄筋の各種継手がこのような条件下での挙動について調査した。

2. 継手の種類

実験対象とした継手の種類は表-1のとおりである。「ねじ節継手」は鉄筋の節がねじ状のものを使い、『ロックナット』はナットで鉄筋同士を緊結、『充填』はナットで連結したうえに、ナットと鉄筋のすき間に有機材料を充填した継手である。「端部ねじ接合」はオスねじを鉄筋端部に接合し、ナットで連結するものである。オスねじの接合は、『摩擦圧接』は、オスねじと鉄筋を押し付けて回転させ摩擦熱によって圧接したもの、『圧着』は、スリーブとオスねじが一体になったものを、スリーブ部を鍛造により鉄筋に圧着した継手である。「スリーブ」は、鉄製のパイプを介して連結する継手であり、『モルタル充填』は鑄物のスリーブと鉄筋の間をモルタルによって充填するもので、モルタルの強度の違いによりスリーブ長さの異なる2種類の継手を対象とした。『圧着』はスリーブを油圧により鉄筋に圧着させたものである。「突合せ」は、エンクローズ溶接と電気抵抗溶接の一種であるフラッシュ溶接の2種類の溶接継手、およびガス圧接継手を対象とした。ガス圧接継手は、一般に行われているガス圧接（ここでは、標準圧接と呼ぶ）と熱間押抜法（以下、押抜圧接）を採用した。押抜圧接とは、標準圧接の直後に圧接部のふくらみをせん断刃で押抜除去する工法であり、表面外観によって接合部品質の良否を判定することができるものである。

3. 実験概要

呼び名D25、SD345の鉄筋の各継手について、JIS Z 2241に準じた常温での標準的な引張試験（S）、ひずみ速度15%/秒程度の高速引張試験（H）、-40℃での低温・高速引張試験（LH）、図-1のような弾性域・塑性域漸増の正負繰返し載荷試験（C）を行った。Cの繰返し回数は各応力段階で4回とした。

引張試験時には伸び変位を光学変位計によって測定した。機械式継手は、スリーブの端部などにずれを測定するためにクリップゲージを取り付けた。

表-1 実験対象とした継手

継手の種類		記号	継手長
機械式継手	ねじ節	ロックナット	A 200
		充填（有機材料）	B 140
	端部ねじ接合	摩擦圧接	C 157
		スリーブ圧着（鍛造）	D 244
	スリーブ	モルタル短スリーブ	E-1 320
		充填長スリーブ	E-2 370
		圧着（油圧）	F 250
突合せ	エンクローズ溶接		G
	フラッシュ溶接		H
	ガス圧接	標準	I-1
		押抜	I-2

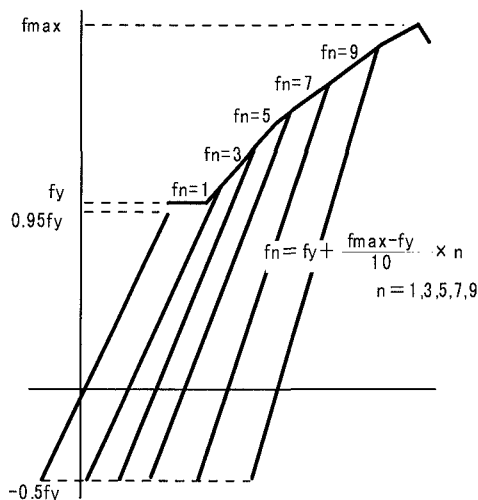


図-1 弾性域・塑性域正負繰返し載荷パターン

キーワード：機械式継手、溶接継手、ガス圧接継手、高速引張、低温引張、正負繰返し

連絡先（〒305-0804 つくば市旭1 建設省土木研究所コンクリート研究室 TEL0298-64-2211 FAX0298-64-4464）

4. 実験結果

各継手鉄筋の破断位置は、すべて鉄筋母材部であり、伸びのある延性的な破断であった。

図-2に母材の常温時の標準速度（S）による引張強さ f_{max} に対する各種継手の荷重方法ごとの降伏応力 f_y 、引張強さ f_{max} の比を示す。降伏応力は常温・高速荷重（H）の場合は約10%強度が増加した。低温・高速荷重（LH）の場合はさらに約数%増加した。引張強さも、増加率は降伏応力ほどではないが、常温・高速、低温・高速になるほど増加した。これらは鋼材の一般的な強度特性といえる。繰返し荷重の場合の引張強さもわずかに増加しており、高速の場合に近い。

機械式継手の降伏応力の95%時（ $0.95f_y$ ）および引張強さ時のずれ量は図-3のとおりであった。 $0.95f_y$ 時のずれ量は、いずれの荷重方法のときも最小0.05mm～最大0.52mmとわずかであった。繰返し荷重時の残留ずれ量も1回目で0～0.10mm、4回目でも0～0.12mmで非常にわずかであった。

f_{max} 時のずれ量は継手の種類によって異なり、継手Cはずれのほとんどない継手であることがわかる。継手Aはナットの締付力によって緊結されたものであり、 f_{max} に達すると締付力の効果もなくなりずれ量は大きくなっている。スリーブ充填やスリーブ圧着は、スリーブ内の鉄筋が伸び出すことによりずれ量も大きくなっている。

図-4には母材の伸びに対する各継手の伸びの比を示す。伸びを測定した標点長さは、機械式継手は継手長+鉄筋母材長（8D）とし、溶接およびガス圧接継手は接合部を含めて8Dとした。溶接およびガス圧接継手の伸びは、接合部の伸びがほとんどないことから、母材の60～70%程度になっている。継手A、Bは継手長が短く、ずれ量も大きいことから他の機械式継手より大きく母材の60%程度になっている。継手C～Fは継手長が長いので母材の40%前後になっている。

5. まとめ

各種鉄筋継手について、常温・高速、低温・高速、弾性域・塑性域の漸増繰返し荷重を行ったが、すべて鉄筋母材部の破断であり、強度上も問題なかった。

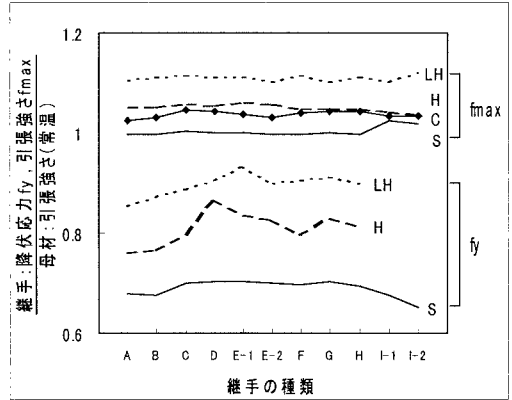


図-2 継手強度

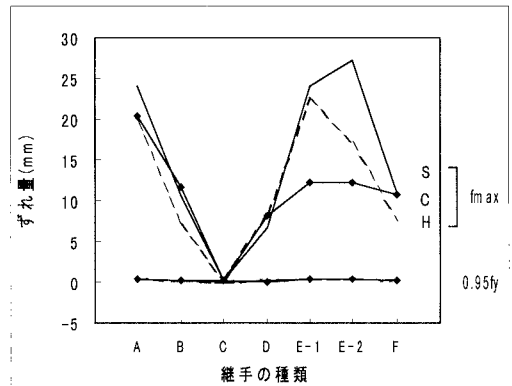


図-3 機械式継手のずれ量

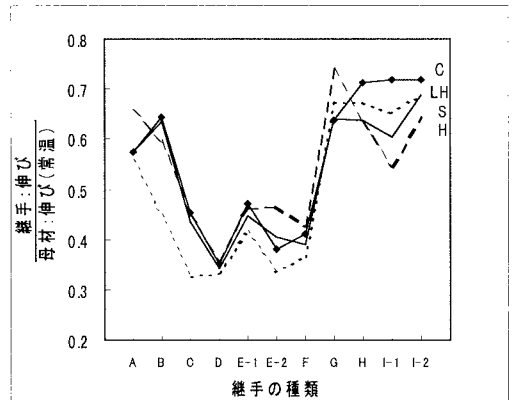


図-4 伸び

謝辞：本実験にあたり、機械式継手は普通鋼電炉工業会の東京鐵鋼㈱、合同製鐵㈱と㈱富士ボルト、日本スプライススリーブ㈱、岡部テック㈱、溶接継手は日本鋼管工事㈱、ガス圧接継手は(社)日本圧接協会に協力いただきました。ここに記して謝意を表します。