

太径鉄筋のフレアV形溶接継手に対する性能確認試験

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○ 小林 将志
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 栗原 啓之
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 渡邊 康夫

1. はじめに

鉄筋と鉄筋のフレア溶接継手(以下、「フレアV形溶接継手」)は、主にRC橋脚の帯鉄筋やRC杭のフープ筋として広く用いられる鉄筋の継手である。しかし、太径鉄筋に使用した場合の性能が明確でないために、使用条件に合わせた確認試験を行った上で用いられている。そこで、太径鉄筋に対するフレアV形溶接継手が一般の鉄筋継手の性能に対してどのような性能を有するかを、単調引張耐力試験、高応力繰返し耐力試験を行うことで確認したので以下に報告する。

2. 試験概要

(1) 試験体の概要

フレアV形溶接継手の設計指針の例を図-1に示す。本試験では、この指針を参考に試験体を製作した。鉄筋の材質はSD345またはSD390とした。試験パラメータは、鉄筋径がD13、D22、D32、D41、溶接長が4D(Dは、鉄筋の呼び径)、6D、8D、10Dとした。

(2) 単調引張耐力試験

単調引張試験体の一覧は表-1の16ケースである。載荷装置は、図-2に示す通りとした。試験体は、両端をPC鋼棒に接続し、このPC鋼棒を反力台に定着させてセンターホールジャッキにより載荷した。載荷時には試験体の変位と載荷荷重を計測しており、変位の計測は試験体端部にダイヤル式変位計と糸式変位計を用いることにより計測した。

(3) 高応力繰返し耐力試験

高応力繰返し耐力試験の試験体は表-1の3ケースである。試験体にD41は含んでいない。載荷装置は、単調引張り耐力試験と同じ装置を用いることとし、鉄筋の規格降伏点の2%以下の応力から95%までの応力までの静的載荷を30回繰返して行った。

3. 試験結果

単調引張耐力試験及び高応力繰返し耐力試験の結果の一覧を、表-2に示す。破壊状況については、破壊モードと残留変形角により示した。ここで、破壊モードは、鉄筋の母材で破断するものを「A型」、鉄筋の溶接始端部で破断するものを「B型」、フレア溶接部でせん断破壊するものを「C型」として表記している(図-3参照)。また、残留変形角は、図-3に示すように、試験終了後の試験溶接部側の鉄筋の残留変形を角度で示したも

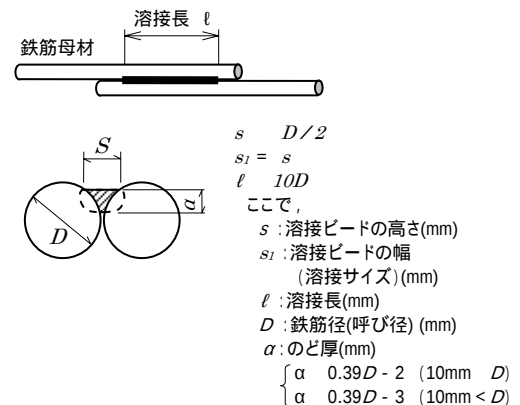


図-1 フレアV形溶接継手の設計指針例

表-1 試験体一覧

	鉄 筋		溶接長
	材質	径	
単調引張試験			
S04-13	SD345	D13	4D
S04-22		D22	
S04-32	SD390	D32	
S04-41		D41	
S06-13		D13	6D
S06-22	SD390	D22	
S06-32		D32	
S06-41		D41	
S08-13		D13	8D
S08-22	SD345	D22	
S08-32		D32	
S08-41		D41	
S10-13		D13	10D
S10-22	SD390	D22	
S10-32		D32	
S10-41		D41	
高応力繰返し試験			
C08-13		D13	8D
C08-22	SD345	D22	
C08-32		D32	

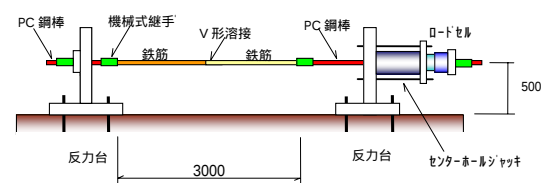


図-2 試験装置の概要

キーワード 鉄筋継手、フレア溶接、高応力繰返し耐力試験、鉄筋継手の性能

連絡先(〒151-8578 渋谷区代々木2-2-2 東日本旅客鉄道(株)構造技術センター・03-5334-1288・03-5334-1289)

のである．表 - 2 より，継手の破断強度はどの試験体も降伏強度を上回る値を示し，C 型の溶接部で破壊したものにおいても降伏強度を上回った．伸びについては A 型の破壊形態のものが母材の伸びの 0.52 ～ 0.69 程度の性能を示し，B 型と C 型の破壊形態のものが母材の伸びの 0.12 ～ 0.20 程度の結果となったが，鉄筋径や鉄筋強度による顕著な差は見られなかった．C 型の溶接部における破壊は溶接長が 4 D の試験体のみに発生し，太径鉄筋で溶接長が 8 D 以上の試験体は全て A 型の母材鉄筋の破断モードで破壊した．

また，残留変形角については，溶接長が短いものほど大きい値を示す傾向を示した．これは，鉄筋に引張力が加わると鉄筋に偏心モーメントが発生し，溶接長が短い場合には鉄筋軸に直交する方向により大きな回転変形が発生するためであると考えられる．

4．継手の性能評価

表 - 3 は，文献 1) の標準示方書 9.6.3 「鉄筋継手の性能」により高応力繰返し耐力試験の結果を評価したものである．フレア溶接 V 形溶接継手を「静的引張り力に対する性能」と，「高応力繰返し力による性能」により評価すると，静的引張り力に対する性能に対しては「C 級よりも低い」性能分類となり，高応力繰返し力に対する性能に対しては「耐力あり」の性能分類であった．ただし，継手性能を低下させている要因は，鉄筋の軸心がずれているために発生するものであり，軸方向剛性の評価において，1 回目の載荷を無視して評価すると（表中の（ ）の値）溶接継手としての性能は静的には B 級以上の性能を示す結果となった．したがって，コンクリート部材内のような鉄筋の変形が拘束された環境下で使用する場合，または，鉄筋の変形が部材の性能に影響しないような箇所に使用する鉄筋の継手として使用される場合には高い継手性能を発揮する可能性が示された．

5．フレア V 形溶接継手の溶接長

表 - 4 に過去の試験データに今回のデータを加えた結果一覧を示す．この結果を加えても，溶接長が 8 d 以上であれば静的引張り力に対する性能は B 級以上となり，溶接部で破断しない結果を示している．

6．まとめ

過去の知見に今回の知見を加えることにより，鉄筋強度 SD390，鉄筋径 D41 までの範囲の太径鉄筋のフレア V 形溶接継手が，前出の設計指針のスペックを満たすことで，一定の継手性能を満足することを確認した．

参考文献

- 1) (社)土木学会：コンクリート標準仕様書[構造性能照査編]，2002
- 2) 穴見，高木，渡辺，石戸橋：鉄筋のフレア溶接試験について，東工，32-4，1982.3

表 - 2 試験結果

番号	母材降 降強度 N/mm ²	破断強度			伸び			破壊状況	
		母材 強度 N/mm ²	試験値 (鉄筋換算) N/mm ²	試験値 母材値	母材 伸び %	試験値 母材値	試験値 母材値	破壊 モード	残留 変形角 (deg)
		単調引張試験							
V04-13	373	561	520	0.927	22.0	4.13	0.188	B型	11.5
V04-22	448	606	488	0.806	20.0	2.76	0.138	C型	19.5
V04-32	432	581	512	0.882	25.0	4.56	0.182	C型	26.0
V04-41	423	593	475	0.802	23.0	2.73	0.119	C型	11.5
V06-13	476	621	579	0.933	22.0	4.50	0.204	B型	11.5
V06-22	448	606	597	0.985	20.0	12.85	0.643	B型	12.0
V06-32	432	581	573	0.986	25.0	14.02	0.561	A型	9.5
V06-41	423	593	503	0.848	23.0	3.33	0.145	B型	14.5
V08-13	373	561	563	1.003	24.0	4.03	0.168	B型	8.5
V08-22	383	542	540	0.996	25.0	17.13	0.685	A型	7.0
V08-32	376	534	524	0.981	23.0	14.76	0.642	A型	6.5
V08-41	395	554	549	0.991	24.0	15.95	0.664	A型	-
V10-13	476	621	626	1.008	22.0	9.99	0.454	B型	5.5
V10-22	448	606	599	0.988	20.0	14.16	0.708	A型	5.5
V10-32	432	581	567	0.976	25.0	13.05	0.522	A型	5.0
V10-41	423	593	586	0.988	23.0	13.19	0.573	A型	5.0
高応力繰返し試験									
C08-13	373	561	504	0.898	24.0	4.70	0.196	B型	8.5
C08-22	383	542	535	0.987	25.0	16.76	0.670	A型	7.5
C08-32	376	534	526	0.986	23.0	14.70	0.639	A型	6.0

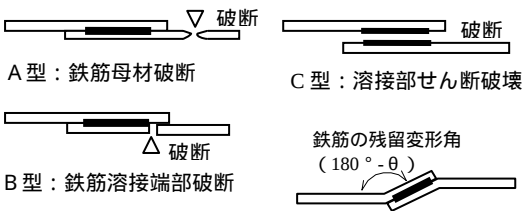


図 - 3 破壊モードと残留変形角

表 - 3 継手性能の評価

番号	静的耐力							高応力繰返し耐力	
	引張強さ		軸方向剛性			残留変形		剛性比	判定
	N/mm ²	性能	0.5fsy kN/mm ²	0.7fsy N/mm ²	0.95fsy N/mm ²	性能	mm		
C08-13	504	A	178 (188)	161 (187)	148 (184)	C (B)	1.7	C	あり
C08-22	535	A	152 (181)	143 (182)	134 (184)	- (B)	2.2	C	あり
C08-32	526	A	149 (201)	135 (199)	123 (197)	- (A)	3.2	C	あり

注1) 剛性比は，高応力繰返し耐力試験時の30回目の剛性と1回目の剛性の比
注2) 判定値は，コンクリート標準仕様書[構造性能照査編] 9.6.3による．
注3) 軸方向剛性を評価する場合，母材の剛性の値を190kN/mm²とする．
注4) 括弧の値は鋼材が変形した後とし，1回目の載荷を無視した場合の性能．

表 - 4 試験データの結果一覧

(a) 全データ(参考文献2)含む)

鉄筋径	溶接長					計
	4d	6d	8d	10d	12d	
D13	1	1	3	1	0	6
D16	3	3	3	0	0	9
D22	1	4	6	4	0	15
D32	1	1	6	4	3	15
D41	1	1	2	1	0	5
計	7	10	20	10	3	50

(b) 静的耐力試験の引張強さがC 級のもの

鉄筋径	溶接長					計
	4d	6d	8d	10d	12d	
D13	0	0	0	0	0	0
D16	0	0	0	0	0	0
D22	1	0	0	0	0	1
D32	1	0	0	0	0	1
D41	1	1	0	0	0	2
計	3	1	0	0	0	4

(c) 溶接部にて破断した試験体

鉄筋径	溶接長					計
	4d	6d	8d	10d	12d	
D13	0	0	0	0	0	0
D16	1	0	0	0	0	1
D22	1	1	0	0	0	2
D32	1	0	0	0	0	1
D41	1	0	0	0	0	1
計	4	1	0	0	0	5