

太径鉄筋と鋼板のフレア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 渡辺 康夫 ○山岸 宣雄

1. はじめに

鉄筋と鋼板のフレア溶接継手（以下、「フレアK形溶接継手」）は、工場製作・現場製作を問わず、広く用いられる継手工法である。しかし、太径鉄筋、高強度鉄筋に対する性能が明確にされておらず利用するには使用条件に合わせた確認試験が行われている。そこで、フレアK型溶接継手の適正な利用を図るため、溶接継手の単調引張耐力試験、高応力繰返し耐力試験を行い、引張力に対する性能、高応力繰返し力に対する性能について評価を行ったので、ここに報告を行う。

2. 試験概要

(1) 試験体の概要

フレアK形溶接継手の設計上の断面は、図-1の通りである。試験体の製作においては、この断面を確保することを前提に鋼材はSS400、溶接長は4d（dは、鉄筋の呼び径）として作成した。試験のパラメータは、鉄筋の材質（SD345, SD390）、鉄筋径（D13, D22, D32, D41）として試験を行った。

(2) 単調引張耐力試験

単調引張試験体の一覧は表-1の1-1～1-8の通りである。荷重装置は、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荷重した。荷重時には試験体の変位と荷重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2-2～2-8の通りである。試験体にD13は含んでいない。なお、試験ケースの番号は単調引張耐力試験の試験体に対応させ、ケース1-2と同じパラメータの試験はケース2-2としている。荷重については、図-3に示すように鉄筋の降伏応力の95%の応力で30回の繰返し荷重を行い、30回の繰返し荷重に対する軸剛性の変化量を確認するとともに、繰返し初期の変動量を確認することで、静的耐力に対する性能を確認することとした。

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。強度については、どの試験体の破断強度も降伏強度を十分上回る値を示し、破断強度も母材強度とほぼ同程度となった。伸びについては、

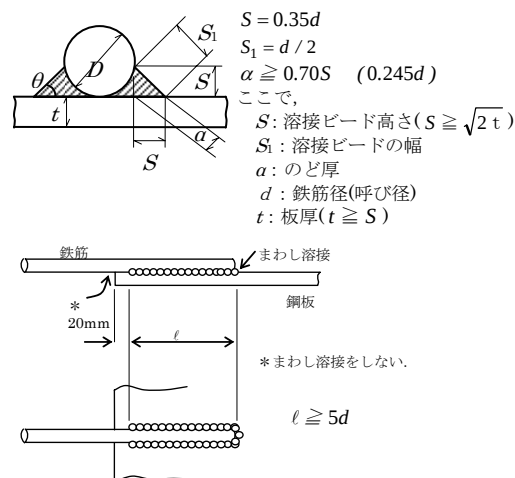


図-1 フレアK形溶接継手の設計

表-1 試験体の一覧

番号	鉄筋		鋼板			溶接長
	材質	径	材質	長さ mm	幅 mm	厚さ mm
1-1	SD345	D13	SS400	300	120	12
1-2		D22		400		22
1-3		D32		500		
1-4		D41		600		
1-5	SD390	D13		300	120	12
1-6		D22		400		22
1-7		D32		500		
1-8		D41		600		
2-2	SD345	D22		400	120	12
2-3		D32		500		22
2-4		D41		600		
2-6	SD390	D22		400	120	12
2-7		D32		500		22
2-8		D41		600		

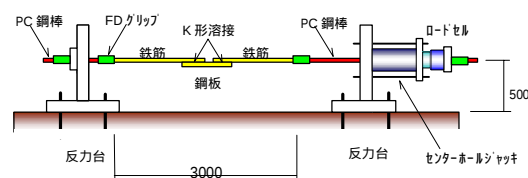


図-2 試験装置の概要

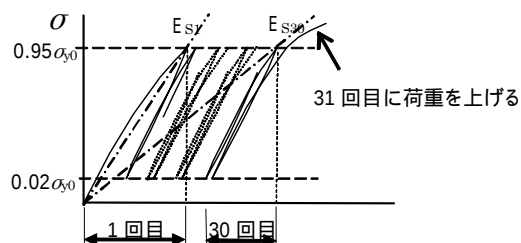


図-3 高応力繰返し耐力試験の荷重方法

キーワード 鉄筋の継手、フレア溶接継手、高応力繰返し耐力試験、鉄筋継手の性能

連絡先 〒370-8543 群馬県高崎市栄町6-26 東日本旅客鉄道(株) 上信越工事事務所 TEL 027-324-9361

全体に母材の伸びの 0.4~0.6 程度の性能を示し D32, D41 を用いた 1-4, 1-7 においてやや低めの値を示したが概ね径や鉄筋強度による顕著な差は見られなかった。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」として表記している（図 - 4 参照）。また、残留変形角は、図 - 5 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のである。この結果より、単調・高応力ともにほとんどの試験体が、A型の母材鉄筋の破断モードで破壊しており、太径鉄筋を用いたケースにおいて、溶接始端部破断の破壊モードで破壊した。また、残留変形角については、より太径の鉄筋を用いた試験体ほど大きい値を示す傾向にある。これは、鉄筋と鋼板の軸心がずれていることから、加力後に軸心が一致しようとすることで、溶接部を曲げようとする力が発生するために溶接部を変形する際に、鉄筋径が太いと軸心のずれが大きく、溶接長が短いと溶接始端の間隔が短くなり、どちらも溶接部の変形を大きくするように作用するためであると考えられる。（図 - 6 参照）。

4. 継手の性能評価

表 - 3 は、コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（社団法人土木学会，2002 年制定）（以下、「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K形溶接継手の「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」により今回の試験結果を評価すると、フレアK形溶接継手の性能は、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」の性能分類となった。ただし、継手性能を低下させている要因は、鋼板の変形によるものであり、溶接継手として性能は静的にはB級以上の性能を、高応力繰返し耐力に対する性能も「耐力あり」の性能を有していた。したがって、鋼板の変形が拘束された環境下や補強は変形しないように補強した場合に高い性能を発揮する可能性が示された。

5. まとめ

今回の試験結果により、鉄筋強度 SD390 まで、鉄筋径 D41 までの範囲の性能を確認した結果、前記の設計ルールを適用することができることを確認した。また、鋼板の変形が鉄筋コンクリート等で十分に拘束された環境下で使用する場合や鋼板の変形を抑えるように補強した場合により高い性能を発揮する可能性が示された。

表 - 2 試験結果

番号	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 %	試験値 母材値	破壊モード	残留変形角 (deg)
1-1	561	564	1.01	24	14	0.58	A型	-
1-2	542	535	0.99	25	16	0.65	A型	5.5
1-3	534	528	0.99	23	14	0.59	A型	5.5
1-4	554	543	0.98	24	9	0.39	B型	7.5
1-5	621	626	1.01	22	12	0.54	A型	-
1-6	606	596	0.98	20	12	0.58	A型	6.5
1-7	581	572	0.98	25	10	0.38	B型	6.0
1-8	593	585	0.99	23	13	0.56	A型	8.5
2-2	542	540	1.00	25	16	0.64	A型	5.0
2-3	534	526	0.99	23	14	0.60	A型	6.0
2-4	554	547	0.99	24	13	0.55	A型	8.5
2-6	606	601	0.99	20	13	0.65	A型	6.5
2-7	581	574	0.99	25	13	0.54	A型	6.5
2-8	593	578	0.98	23	13	0.57	A型	8.5

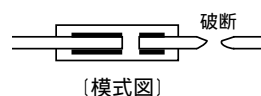


図 - 4 A型破壊モードの状況 (1-6)

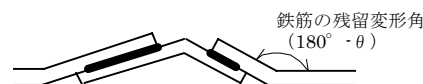


図 - 5 鉄筋の残留変形角

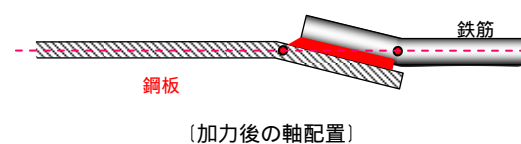
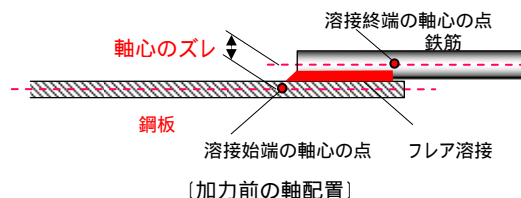


図 - 6 継手部の軸配置

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 mm	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		
2-2	540	A	203 (180)	186 (183)	152 (184)	B (B)	1.3	C 0.96 あり
2-3	526	A	131 (202)	126 (195)	102 (192)	- (A)	4.7	C 0.96 あり
2-4	547	A	111 (202)	100 (200)	88 (197)	- (A)	6.3	C 0.99 あり
2-6	601	A	153 (190)	152 (187)	137 (192)	- (B)	2.5	C 0.98 あり
2-7	574	A	145 (172)	127 (176)	108 (180)	- (B)	4.3	C 0.97 あり
2-8	578	A	122 (201)	106 (198)	92 (194)	- (A)	6.7	C 0.96 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。