

十字継手の疲労強度に対する各種仕上げの影響

日本橋梁建設協会(三井造船株) 正会員 ○矢部 泰彦¹⁾

法政大学 正会員 森 猛²⁾

日本橋梁建設協会(横河工事株) 正会員 射越 潤一³⁾

日本橋梁建設協会(日本橋梁株) 正会員 藤木 修⁴⁾

1. はじめに

荷重伝達型の完全溶込み十字溶接継手の疲労等級は溶接部仕上げの有無によってDあるいはE等級とされている。しかし、仕上げ方法については「止端仕上げ」のみが記されている。実施工においては、「止端仕上げ」に加えて、「止端仕上げ+ビード段差切除」、「R仕上げ(余盛りを切削し完全にR形状に整形)」等さまざまな仕上げ方法が用いられている。「R仕上げ」についてはAS WELD 状態に追加ビードを施し等辺脚長に整形した後、グラインダー仕上げを行っている。

本研究では、先に述べたいくつかの方法で溶接部仕上げを行った試験体を対象として、疲労試験と有限要素応力解析を行うことにより、溶接部仕上げ形状が疲労強度に及ぼす影響について検討する。

2. 試験体

試験体は、鋼製橋脚などに用いられる梁-柱接合部をモデル化したものであり、以下の6種類からなる。B-AW試験体とC-AW試験体はAS WELD状態で梁方向あるいは柱方向に荷重を受ける継手を、B-TF試験体とC-TF試験体はAW試験体の溶接止端を5Rで仕上げて梁方向あるいは柱方向に荷重を受ける継手をモデル化したものである。ATF試験体はAW試験体に追加ビード+止端仕上げを施した、ARF試験体は追加ビード+R仕上げにより溶接部全体を滑らかに仕上げたものである。これらの試験体の継手形状を図1に、溶接部の状況を写真1に、形状・寸法を図2に示す。

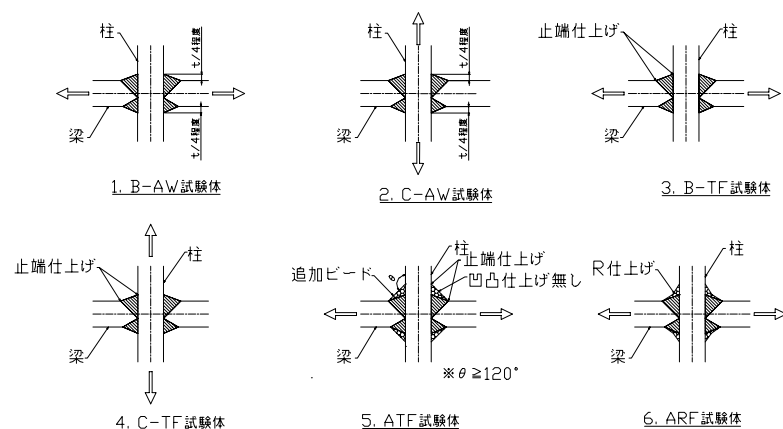


図1 試験体継手形状

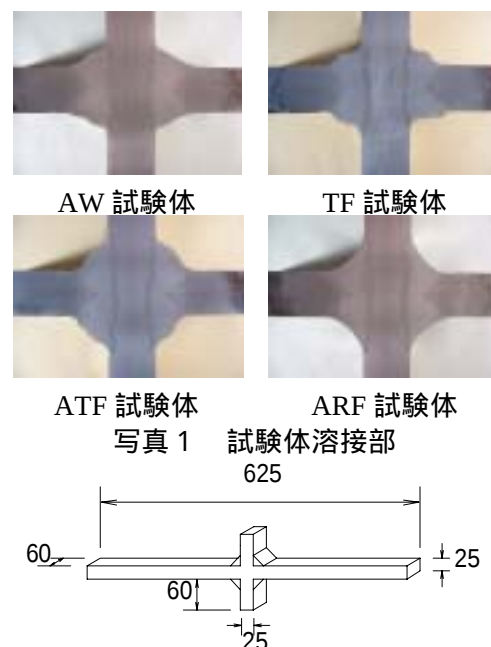


図2 試験体寸法(mm)

キーワード：疲労強度，溶接施工，仕上げ形状

- | | | |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| 1) 〒290-8601 千葉県市原市八幡海岸通 1 番地 | TEL 0436-41-1137 | FAX 0436-43-1196 |
| 2) 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 | TEL 042-387-6279 | FAX 042-387-6124 |
| 3) 〒170-8452 東京都豊島区西巣鴨 4-14-15 | TEL 03-3576-5914 | FAX 03-3576-5941 |
| 4) 〒675-0164 兵庫県加古郡播磨町東新島 3 番地 | TEL 078-941-3755 | FAX 078-941-2167 |

3．溶接部形状

各試験体の溶接脚長と溶接止端の曲率半径・フランク角の測定結果を表1に示す。追加ビードの無いB-AW,C-AW及びB-TF,C-TFは梁側に長い不等脚な形状になっている。それに対して追加ビードを施したATFでは、梁側と柱側の脚長がほぼ同じとなっている。AW試験体のフランク角は柱側止端で小さくなっているものの、曲率半径は逆に大きくなっている。

表1 形状測定結果

試験体	曲率半径(mm)	フランク角(°)
B-AW	1.0	148
C-AW	2.5	110
B-TF	5.9	142
C-TF	5.2	111
ATF	7.2	124
ARF	20.7	165

4．疲労試験

疲労試験は各試験体とも応力範囲を 200N/mm^2 として2体ずつ行った。疲労試験より得られた各試験体の疲労寿命の平均値を表2に示す。表中に示す疲労強度改善度は、疲労強度が疲労寿命の1/3乗に反比例すると求めている。AS WELD 状態のB-AW試験体、C-AW試験体と溶接止端部を仕上げたB-TF,C-TFとATF試験体の疲労寿命を比べると、後者の方が長く、疲労強度は25～40%程度改善されている。また、B-TF試験体、C-TF試験体とATF試験体の疲労寿命は、ATF試験体で長いものの、その差は小さい。ARF試験体は2体とも1000万回の応力繰返しによっても疲労破壊が生じなかった。疲労強度に直すと、207%以上の改善率となる。

表2 疲労試験結果

試験体	疲労寿命(万回)	疲労寿命改善度(%)	疲労強度改善度(%)
B-AW	34	-	-
C-AW	44	29	9
B-TF	69	104	26
C-TF	76	124	30
ATF	102	202	43
ARF	> 1000	> 2870	> 207

5．応力解析

疲労試験に用いた試験体を対象として2次元弾性有限要素応力解析を行った。溶接止端近傍の要素寸法は0.05mm程度としている。解析より得られた各試験体モデルの応力集中係数を表3に示す。B-AWモデルと比較してB-TF、C-TF、ATFモデルの応力集中係数は21～25%改善している。ARFモデルについては46%と大幅に改善されている。これらの解析結果は疲労試験結果とよく対応している。

表3 応力解析結果

試験体	応力集中係数	改善度(%)
B-AW	2.47	-
C-AW	2.28	8
B-TF	1.85	25
C-TF	1.96	21
ATF	1.86	25
ARF	1.33	46

柱と梁が同時に引張荷重を受ける2軸方向引張についての解析も行った。その結果を表4に示す。柱方向溶接止端部では、2軸荷重により応力集中係数が若干高くなっているものの、梁側溶接した止端や溶接を等脚とした場合には、若干ではあるが、溶接止端の応力集中係数は減少している。また、多層の溶接を行いことにより生じるビード表面の生じるビード段差部においても高い応力集中が生じており、溶接部仕上げの効果を十分に期待するためには、止端だけではなく、段差部の形状にも注意する必要がある。

表4 応力集中の比較

モデル	測定箇所	1軸引張方向	2軸引張方向	増減率(%)
A W	梁方向溶接止端	2.47	2.38	-4
	ビード段差	2.86	2.84	-0.7
	柱方向溶接止端	2.28	2.63	15
T F	梁方向溶接止端	1.85	1.75	-5
	柱方向溶接止端	1.96	2.03	4
A T F	溶接止端	1.86	1.82	-2
	ビード段差	0.9	1.85	106
A R F	溶接止端	1.33	1.27	-5

6．まとめ

- ・ 止端部のみを仕上げることで疲労強度は1等級程度の改善が期待できる。
- ・ 疲労強度に対してはビード全体のフランク角よりも、止端部の曲率関係の影響が大きい。
- ・ 止端仕上げを行う場合は、追加ビードを施してフランク角を大きくしても疲労強度の向上は小さい。
- ・ R仕上げは疲労強度向上に大きな効果がある。
- ・ 溶接部を仕上げる場合には、止端だけではなくビード表面の形状にも注意を払う必要がある。