

I-205

応力作用下での溶接による桁の変形

(株) 横河橋梁製作所 正員 古閑俊之

(株) 横河橋梁製作所 正員 寺田博昌

(株) 横河橋梁製作所 正員 松本好生

1. はじめに

既設の橋梁の補修、補強に際して溶接を用いる場合、今日の交通状況から供用下での施工となることが多い。この場合、応力が作用している状態での溶接が行われることになり、近年様々な研究報告がなされているが、未解決な点も残されている。そこで今回、応力作用下の溶接が桁の変形状態へ及ぼす影響を明らかにするため、以下の実験を実施したので報告する。

2. 試験方法

図-1のように長さ3mの試験桁（H形鋼）に4点曲げを加え、その等応力区間の圧縮フランジにT形の添加部材をすみ肉溶接して変形量を測定し、次に引張側フランジとウェブの交差部にすみ肉溶接を行い、変形量を測定するという要領で試験を実施した。表-1に示すように、上下フランジの応力および桁の断面を変化させた5ケースの試験を行った。溶接には3.2mmφのイルミナイト系の棒を用い、溶接電流125A、アーク電圧25V、溶接速度26cm/min、3パス溶接である。試験の手順は以下のとおりである。

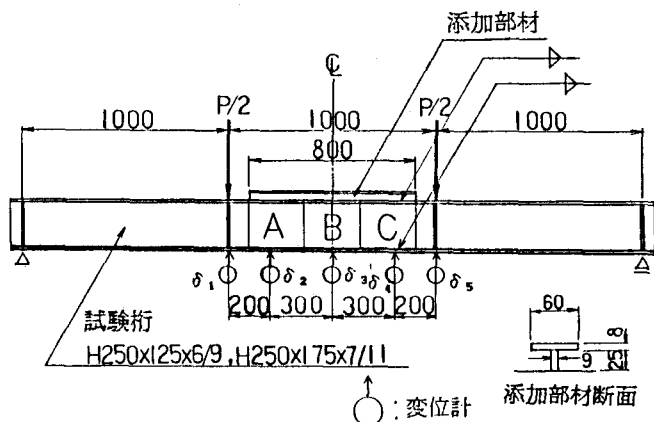


図-1 試験要領

- ① 載荷（載荷装置には定荷重コントロール付きのジャッキを用い、桁の変形に追従して荷重が一定に保たれるようにした。）
- ② 圧縮フランジ側に添加部材を仮付け溶接し、冷却後すみ肉溶接を行う。図-1に示すように溶接長を3区間に分け、B、A、Cの順序で1区間の溶接が終われば室温まで冷却し、次の区間を溶接した。なお、Case 4では添加部材を設けず、上フランジの中央部に2本のビード溶接を行った。
- ③ 1パス溶接終了後、室温まで冷却したら、除荷、載荷をくり返し、剛性を点検する。
- ④ 載荷後、2パス目、3パス目の溶接を行う。
- ⑤ 引張フランジ側にも同様の溶接を行う。

各パスのB、A、C各区間溶接直後および室温まで冷却後、図-1に示す位置に設置した5個の変位計によって変位の測定を行った。

表-1 試験ケース

	載荷応力 kgf/cm ²	試験桁	添加部材
Case 1	0	H250	あり
Case 2	700	x125	
Case 3	1400	x6/9	
Case 4	700	I=4050 cm ⁴	なし
Case 5	700	H250x175 x7/11 I=6120 cm ⁴	あり

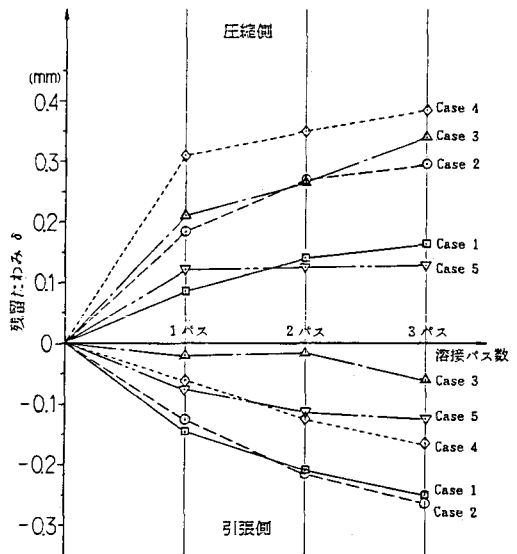
3. 結果

表-2 残留たわみ (mm)

		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5
圧縮側	1パス	0.44(1.0) 0.09(1.0)	0.80(1.8) 0.19(2.1)	1.06(2.4) 0.21(2.3)	1.34 0.31	0.54 0.12
	2パス	0.66 0.14	1.30 0.27	1.41 0.27	1.68 0.35	0.63 0.13
	3パス	0.85 0.17	1.39 0.30	1.65 0.34	1.81 0.39	0.71 0.13
引張側	1パス	0.66(1.0) 0.15(1.0)	0.41(0.62) 0.13(0.87)	0.14(0.21) 0.02(0.13)	0.25 0.06	0.17 0.08
	2パス	0.92 0.21	0.72 0.22	0.07 0.02	0.35 0.13	0.15 0.12
	3パス	1.07 0.25	0.73 0.27	0.14 0.06	0.32 0.17	0.15 0.13

上段：中央点残留たわみ δ_3 下段：等応力区間残留たわみ $\delta_3 - (\delta_1 + \delta_5)/2$

()は比

図-2 残留たわみ δ の変化

試験結果を表-2および図-2に示す。図-2の残留たわみは、等応力区間の変形量を見るために、 $\delta = \delta_3 - (\delta_1 + \delta_5)/2$ を用いて表示している。まず、作用応力の違いによる残留変形量の差を見る。圧縮側への溶接の場合、1パス溶接後の変形量は、無応力に対し、700kgf/cm²で2.0倍程度、1400kgf/cm²で2.3倍程度である。作用応力が大きいほど変形は大きくなっているが、無応力と700kgf/cm²との差に比べると700kgf/cm²と1400kgf/cm²との差は小さい。このように、圧縮力が作用している場合、1パス目の溶接で変形量は大きく増加するが、2パス目、3パス目の溶接による変形の増加量は、700kgf/cm²、1400kgf/cm²とも無応力の場合と大差なく、作用応力による差は認められない。溶接による変形に対する作用応力の影響は、1パス目の溶接にのみ顕著に現れる。一方、引張側の溶接では、1パス溶接後の変形量は無応力に対して700kgf/cm²で0.9倍程度、1400kgf/cm²で0.2倍程度となり、1400kgf/cm²で大きな低下を示した。また、圧縮側と比較すると、パス数の増加に伴い変形量が直線的に増加しており、各パスの溶接が変形に対してほぼ均等に効いている。なお、無応力の場合、上下フランジ側とも各パスの溶接による変形量は、溶接パス数にほぼ比例している。

次に、載荷応力は等しく断面が異なるCase 2、Case 4、Case 5を比較する。Case 2での圧縮側への溶接による変形量は、添加部材をつけている分Case 4よりも小さくなった。また、この3ケースで溶接による収縮力を外力とみなして、圧縮側1パス溶接後の変形量から収縮力を計算すると、それぞれ16.9 ton、16.9 ton、14.0 tonとなる。同一応力で比較すると、溶接による収縮力は断面によって大して変わらず、これを基本として実施工での圧縮側への溶接による変形を予測することが可能であると思われる。

4. むすび

今回の実験では、比較的低入熱でしかも3区間に分けて冷却しながら溶接を行ったが、応力作用桁の圧縮側への溶接による変形は、無応力の場合よりかなり大きいものであることが判った。また、載荷応力700kgf/cm²と1400kgf/cm²の間では変形量に大きな差が見られなかった。実施工で作用応力を700kg/cm²に落としても、残留変形量はそれほど低下しないことになる。一方、引張側への溶接は変形の面では特に問題なかった。今回は小型の試験体を用いて、作用応力、溶接パス数、桁の断面を条件として溶接による変形を検討したが、今後はより実際に近い桁を用いて、断面の大きさによる効果を検討したい。