

工場仕口フランジ溶接部への立向姿勢溶接の適用検討

STUDY ON THE APPLICATION OF VERTICAL POSITION WELDING TO THE BEAM END CONNECTION IN FACTORY JOINT

小林光博¹⁾ 白井嘉行¹⁾
Mitsuhiro Kobayashi Yoshiyuki Shirai

BOX 柱等の柱通し部材の仕口フランジの工場溶接は横向姿勢で行われることが多い。しかし、横向姿勢溶接はパス数が多くなることに起因する施工時間の増加，融合不良等の内部欠陥の発生率が高くなりやすい等の問題がある。一方，立向姿勢溶接の仕口フランジ溶接部への適用は，同時に溶接出来る箇所数が増えることによる手待ち時間減少および溶接時間の短縮による生産性向上，また，内部欠陥の削減による品質向上に繋がると考えられる。

本研究では，490N/mm² 級鋼仕口フランジに対する立向姿勢溶接の適用に関し，溶接金属の機械的性質について調査した結果を報告する。

キーワード：立向姿勢溶接，柱梁接合部，機械的性質，溶接金属，フラックス入りワイヤ

1. まえがき

工場溶接における立向姿勢溶接の実績は少なく，限られた情報しかない。立向姿勢溶接は一般的に入熱が大きくなりやすいと考えられており，溶接金属の強度および靱性の確保が課題となる。

本研究では，複数の溶接材料を用いて溶接継手を製作し溶接金属の機械的性質を比較し検証を行う。

2. 試験概要

図-1 に試験体形状を示す。フランジ材は PL-45 および PL-32 とし，使用鋼材はフランジおよび挟み板共に 490N/mm² 級鋼を用いた。溶接材料は JIS Z 3313 に分類される溶着金属の引張特性が異なる 2 種類のフラックス入りワイヤ（引張強さ 550MPa 級および 590MPa 級）を 3 メーカー分の計 6 銘柄準備し，3 名の溶接技能者がそれぞれ 1 銘柄 1 試験体の溶接を行った。フランジ材を右側に配置し溶接部下端に漏れ止めを取付け，立向上進溶接を行った。パス間温度は 350℃で管理し，積層は自由として入熱管理は行わない計画とした。溶接電流およびアーク電圧は電源メーターで読み取り，溶接速度はアークが試験体下端から上端へ至るまでの時間を計測することにより算出した。図-2 に試験片採取位置を示す。DEPO 引張試験片は JIS Z 3111 A1 号を用い，板厚中央部より採取した。衝撃試験片は JIS Z 2242 V ノッチ試験片を用い，板厚方向 1/4t および 3/4t 位置の DEPO 中央部より採取した。ノッチはサイドノッチとし，試験温度は 0℃とした。

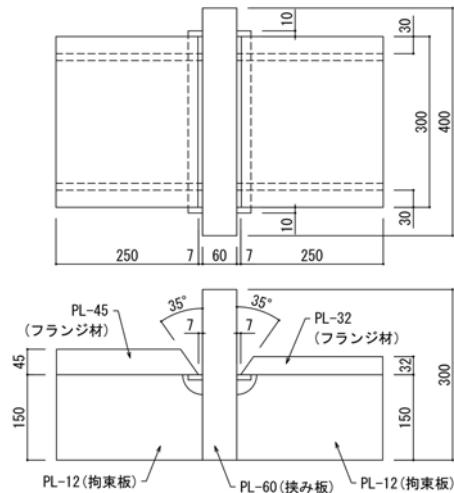
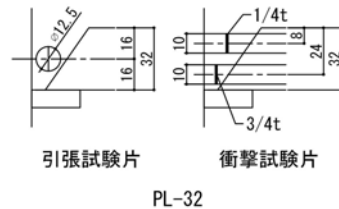
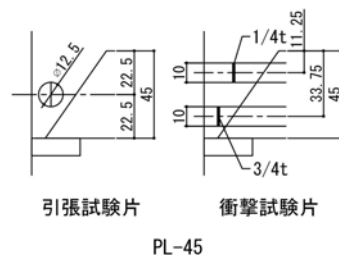


図-1 試験体形状



PL-32



PL-45

図-2 試験片採取位置

1) 富津工場 技術部 技術課

表-1 試験結果一覧

溶接技能者	溶接材料			板厚 (mm)	入熱 (kJ/cm)	1層1ハス積層数	ハス数	耐力 (N/mm2)	引張強さ (N/mm2)	0°C吸収エネルギー	
	規格 JIS Z 3313	メーカー	銘柄略称							t/4 (J)	3t/4 (J)
NO.1	T550T1-1CA-G-UH5	A社	A-1	32	34.5	9	9	517	602	123	133
				45	42.0	5	15	543	604	96	104
	T59J1T1-1CA-N2M1-UH5	A社	A-2	32	40.1	7	10	524	615	150	125
				45	41.8	8	15	554	607	102	103
	T550T1-1CA-U	B社	B-1	32	32.0	5	10	537	596	128	130
				45	30.9	5	17	511	574	86	63
	T59J1T1-1CA-N2M1-U	B社	B-2	32	35.0	7	10	512	591	151	109
				45	51.2	5	11	511	586	64	69
	T550T1-1CA-U	C社	C-1	32	33.2	7	10	475	552	97	107
				45	33.1	7	17	476	531	133	107
	T59J1T1-1CA-N3M1-U	C社	C-2	32	41.0	8	8	499	592	166	113
				45	55.5	7	10	536	609	119	82
No.2	T550T1-1CA-G-UH5	A社	A-1	32	39.6	9	9	529	612	135	115
				45	31.6	5	20	547	631	111	104
	T59J1T1-1CA-N2M1-UH5	A社	A-2	32	41.0	7	12	549	608	99	87
				45	57.3	8	12	502	587	112	103
	T550T1-1CA-U	B社	B-1	32	30.3	4	11	567	630	132	134
				45	30.0	4	19	567	597	157	140
	T59J1T1-1CA-N2M1-U	B社	B-2	32	36.8	6	10	531	598	96	70
				45	40.0	6	16	537	598	92	69
	T550T1-1CA-U	C社	C-1	32	39.9	6	10	553	594	131	79
				45	34.4	6	18	513	567	114	119
	T59J1T1-1CA-N3M1-U	C社	C-2	32	33.4	6	10	604	639	145	113
				45	33.3	6	18	530	617	127	109
No.3	T550T1-1CA-G-UH5	A社	A-1	32	25.8	4	10	620	651	147	123
				45	26.3	6	19	592	649	137	128
	T59J1T1-1CA-N2M1-UH5	A社	A-2	32	73.8	6	6	506	591	79	89
				45	83.5	8	8	445	544	109	75
	T550T1-1CA-U	B社	B-1	32	29.8	6	11	553	614	109	121
				45	30.6	6	17	567	604	154	140
	T59J1T1-1CA-N2M1-U	B社	B-2	32	35.0	7	12	553	618	104	79
				45	42.4	6	13	560	614	77	60
	T550T1-1CA-U	C社	C-1	32	30.6	6	12	505	574	101	98
				45	30.2	6	17	529	566	137	110
	T59J1T1-1CA-N3M1-U	C社	C-2	32	34.7	5	9	566	631	100	87
				45	33.2	5	15	560	632	133	100

3. 試験結果

3.1 試験結果

表-1 に試験結果一覧を示す。入熱は初層と表層を除いた中間層の平均値を記載している。DEPO 引張試験では全ての試験片共に明瞭な降伏点が得られなかったため、耐力は 0.2% オフセット値とした。0°C 吸収エネルギーは同一箇所から採取した 3 本の試験片の平均値を表している。

3.2 溶接外観

余盛り高さは JASS6 の管理許容差を満足しており、T 継手形状の立向上進溶接において余盛り高さは管理値内で施工できることが確認できた。図-3 に溶接外観の一例を示す。溶接外観は良好な試験体が多数であったが、一部の試験体では溶接終端付近で溶着金属が垂れ



(良好)

(終端部にビード不整あり)

図-3 溶接外観

落ち、ビード不整が発生する状況がみられた。また、590Mpa級ワイヤは550Mpa級ワイヤと比較してビード形状が凸ビードとなり、立板側の溶接止端部がオーバーラップしやすい傾向がみられた。

3.3 溶接部内部欠陥

全試験体共に超音波探傷検査による溶接金属内部の不合格キズは検出されなかった。本研究の試験体では初層の溶込み不良、ビード間の融合不良等はみられず、溶接金属内部の溶込みは良好な結果が得られた。

4. 考察

4.1 入熱とパス数

図-4にPL-45、図-5にPL-32の板厚毎の総パス数の分布を示す。溶接完了までのパス数は、PL-45は8層8パスから13層20パス、PL-32は6層6パスから10層12パスの範囲となっている。PL-45はPL-32と比較すると標準偏差が大きく、総パス数のばらつきが見られた。本研究では溶接施工にあたり技能者が施工可能な範囲内で自主的に積層計画を決めているため、同一技能者であっても試験体毎に入熱に差があり、また技能者間でも差が生じている。図-6に溶接技能者毎の試験体入熱を示す。入熱の値は初層および仕上げ層を除く平均の入熱とした。一部に過大な入熱がみられるが、約70%の試験体で入熱40kJ/cm以下の値となっている。過大なウィーピングを抑制し、施工を行うことで溶接部の平均入熱40kJ/cm以下の施工が可能と考えられる。

4.2 溶接金属引張試験

図-7に耐力-入熱関係を、図-8に引張強さ-入熱関係を示す。溶着金属の耐力、引張強さ共に490N/mm²級鋼の規格下限値を満足した。耐力の最高値は620N/mm²、最低値は445N/mm²であった。入熱の増加に伴い、耐力が低下する傾向がみられた。また、一部に耐力の低下が著しい銘柄があった。引張強さの最高値は651N/mm²、最低値は531N/mm²の値であった。引張強さと入熱には相関はみられず、引張強さはワイヤ銘柄による差異が顕著にみられた。

4.3 シャルピー衝撃試験

図-9に板厚1/4t位置、図-10に板厚3/4t位置の衝撃試験結果を示す。0℃吸収エネルギーは入熱との相関はなく、値は銘柄の差異が顕著にみられた。0℃吸収エネルギーは板厚方向1/4t位置の方が3/4t位置より高い傾向がみられた。試験片に含まれる多パス溶接による再熱層を含む部位の相違が影響していると考えられる。70Jを下回る0℃吸収エネルギーは採取位置によらず、2銘柄に集中している。

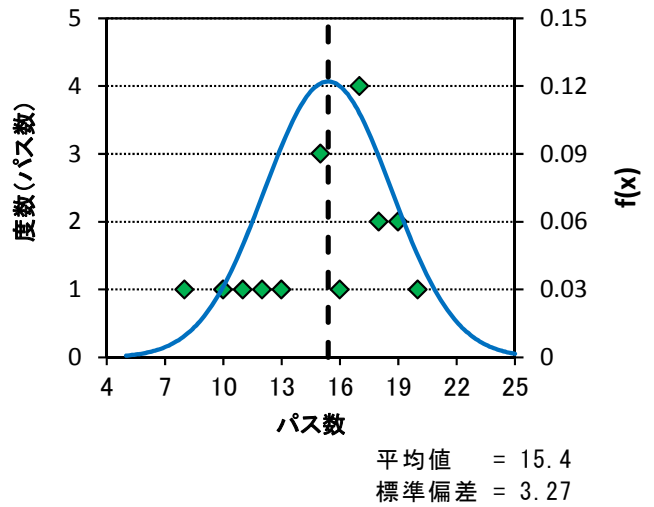


図-4 板厚毎の総パス数(PL-45)

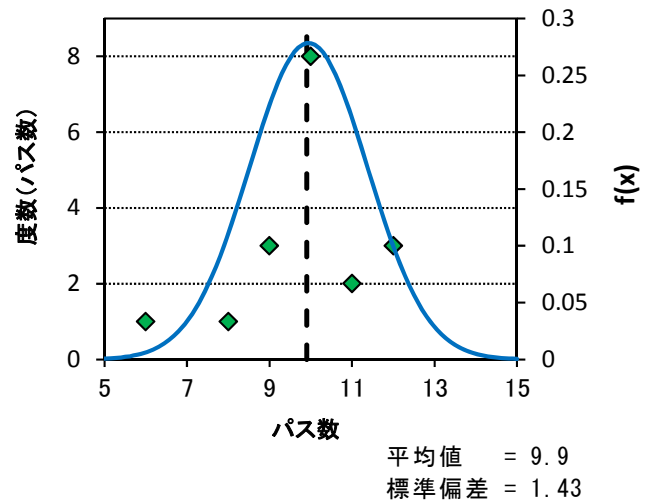


図-5 板厚毎の総パス数(PL-32)

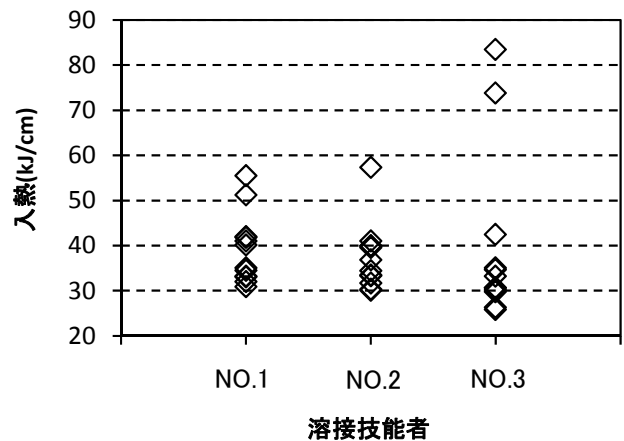


図-6 溶接技能者毎の入熱

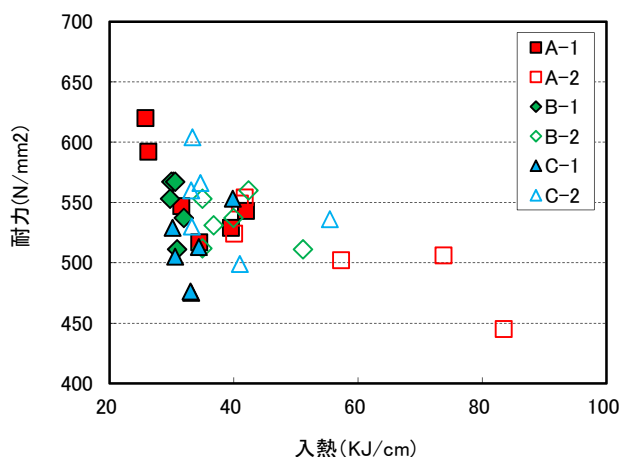


図-7 耐力-入熱関係

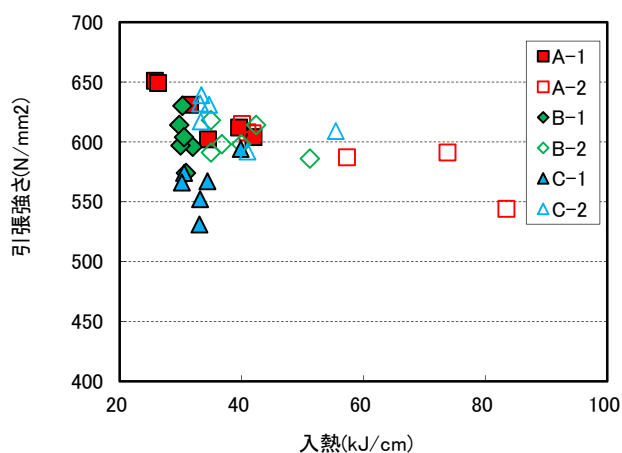


図-8 引張強さ-入熱関係

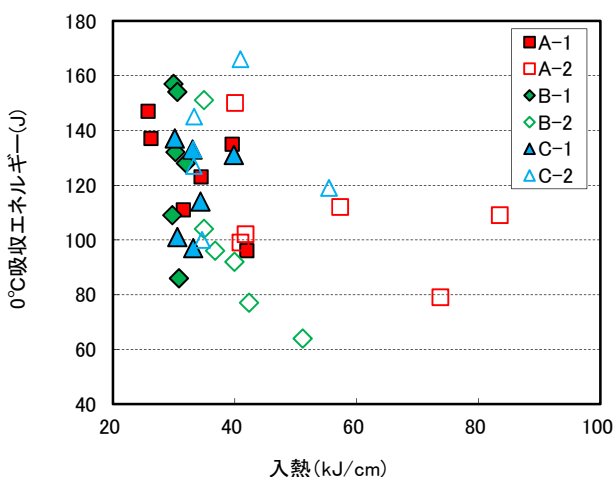


図-9 0°C吸収エネルギー(板厚 1/4t)

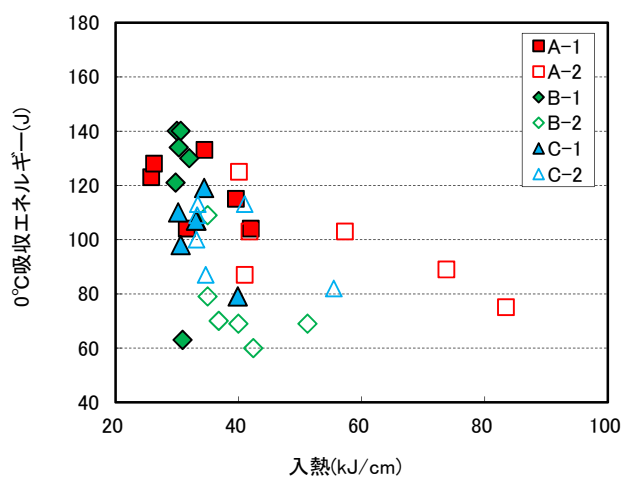


図-10 0°C吸収エネルギー(板厚 3/4t)

5. まとめ

490N/mm² 級鋼仕口フランジの立向姿勢溶接の適用について検証を行った結果、本研究の施工条件の範囲において以下の知見が得られた。

- ・立向姿勢溶接において積層計画を管理することにより 40kJ/cm 以下での施工は可能と考えられる。
- ・JIS Z 3313 に分類される 550MPa 級または 590MPa 級の溶接材料を用いれば溶着金属の耐力、引張強さ共に 490N/mm² 級鋼の規格下限値を満足できる。
- ・溶着金属の 0°C 吸収エネルギーは溶接材料による差異がある。銘柄の選定を行うことにより 70J 以上の値を確保することが可能であると考えられる。

本稿は、2012 年度日本建築学会大会（東海）の投稿内容を引用したことを付記します。