

溶接組立H形断面に用いるサブマージーク溶接50度開先施工試験の結果と分析 (その2 機械試験結果の分析)

正会員 ○森岡研三*¹ 同 稲泰徳*² 同 加賀美安男*³ 同 島野幸弘*⁴
同 廣重隆明*⁵ 同 藤田哲也*⁶ 同 河本龍一*⁷

溶接組立H形断面 サブマージーク溶接 50° 開先
施工試験 溶接材料 機械的性質

1. はじめに

本報では、前報の条件で行った溶接施工試験の結果を整理し、分析を行う。

2. 使用した鋼材と溶接材料の組合せ

試験に使用した鋼材は 490N/mm² 級鋼、550N/mm² 級鋼、590N/mm² 級鋼の 3 種類、溶接材料の品質区分は JIS Z 3183 で規定される S502-H、S532-H、S582-H、S622-H の 4 種類であった。溶接材料の規格下限値を表 1. に示す。

40 工場で 194 体あった試験体の鋼材規格別、ウェブ板厚別の溶接材料毎の試験体数を表 2. に示す。

3. 溶接パス数

受験した工場毎に溶接パス数が異なったため、ウェブ板厚別による、溶接パス数の試験体数を表 3. に示す。

4. 溶接入熱と機械的性質

JIS Z 3183 で定める品質区分確認試験での入熱は 20～50kJ/cm である。実際の試験で計測した入熱は 30～96kJ/cm であった。鋼種別に溶接材料毎の入熱平均値と機械的性質平均値を表 4. ～表 6. に整理する。

JIS 品質区分確認試験より大きい入熱で施工しており、入熱と機械的性質の関係を以下の 2 つの方法で分析した。
①母材の強度区分別に、溶接材料をパラメーターとして、入熱と溶着金属の引張強さ(TS)、入熱と溶着金属の 0°C のシャルピー吸収エネルギー(Ev)の関係をグラフ化し分析する。
②溶接材料の強度区分別に、母材の強度区分をパラメーターとして入熱と溶着金属の引張強さ(TS)、入熱と溶着金属及びボンド部の 0°C のシャルピー吸収エネルギー(Ev)の関係をグラフ化し分析する。図 1. ～図 3. に母材強度区分別の入熱と機械的性質の関係を、図 4. ～図 7. に溶接材料別の入熱と機械的性質の関係を示す。

表 1. JIS Z 3183 で規定される溶接材料の規格下限値

JIS Z 3183	引張強さ TS (Mpa)	降伏点又は 0.2%耐力 (Mpa)	伸び (%)	衝撃試験 温度 (°C)	シャルピー吸収エネルギー Ev (J)
S502-H	490以上	390以上	20以上	0	47
S532-H	520以上	420以上	20以上	0	47
S582-H	570以上	490以上	18以上	-5	47
S622-H	610以上	500以上	17以上	-5	47

表 2. 鋼材別、ウェブ板厚別、溶接材料毎の試験体数

鋼種 JIS Z 3183	490N級鋼			550N級鋼			590N級鋼		
	19	28	40	19	28	40	19	28	40
S502-H	25	25	14	6	6	4	-	-	-
S532-H	16	15	10	-	-	-	-	-	-
S582-H	1	2	1	16	15	16	1	1	1
S622-H	-	-	-	1	2	2	5	4	5

表 3. ウェブ板厚毎、溶接パス数毎の試験体数

板厚	1パス	2パス	3パス	計
19	71	-	-	71
28	48	22	-	70
40	-	50	3	53
計	119	72	3	194

表 4. 490N/mm² 級鋼の試験結果

JIS Z 3183	WEB板厚	試験体数	平均入熱 kJ/cm	平均TS N/mm ²	平均Ev J
S502-H	19	25	50	606	73
	28	25	68	586	62
	40	14	77	564	72
S532-H	19	16	46	632	70
	28	15	52	627	66
	40	10	66	594	73
S582-H	19	1	54	662	116
	28	2	60	663	108
	40	1	76	708	94

表 5. 550N/mm² 級鋼の試験結果

JIS Z 3183	WEB板厚	試験体数	平均入熱 kJ/cm	平均TS N/mm ²	平均Ev J
S502-H	19	6	50	638	129
	28	6	70	637	132
	40	4	74	631	122
S582-H	19	16	48	670	123
	28	15	63	662	126
	40	16	73	649	120
S622-H	19	1	54	652	80
	28	2	78	634	84
	40	2	70	635	86

表 6. 590N/mm² 級鋼の試験結果

JIS Z 3183	WEB板厚	試験体数	平均入熱 kJ/cm	平均TS N/mm ²	平均Ev J
S582-H	19	1	47	721	120
	28	1	73	671	122
	40	1	72	666	112
S622-H	19	5	53	661	94
	28	4	76	661	91
	40	5	83	658	92

Result and Analysis of Welding Procedure Test for Submerged arc welding at groove angle 50° for Buildup H-section steel
(Part.2 Analysis of Test Results)

MORIOKA Kenzo, INA Yasuho, KAGAMI Yasuo,
SHIMANO Yukihiro, HIROSHIGE Takaaki, FUJITA Tetsuya,
KAWAMOTO Ryuichi

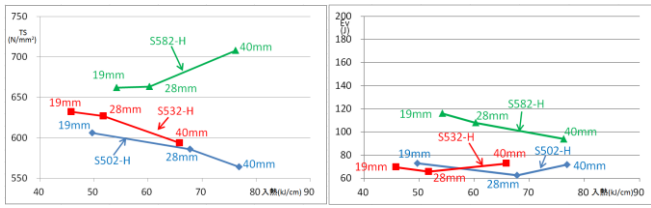


図 1. 入熱と機械的性質の関係 (490N/mm² 級鋼)

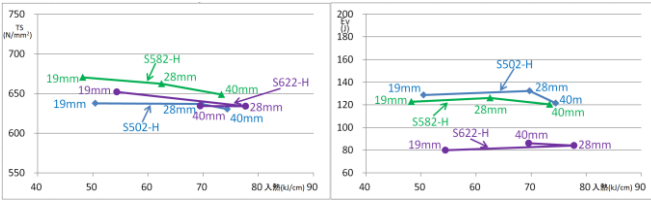


図 2. 入熱と機械的性質の関係 (550N/mm² 級鋼)

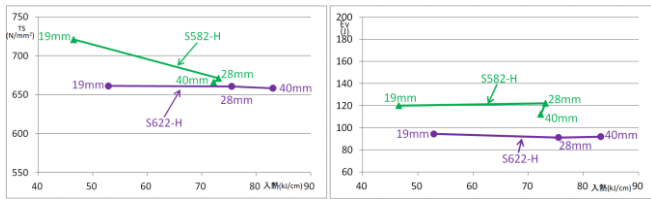


図 3. 入熱と機械的性質の関係 (590N/mm² 級鋼)

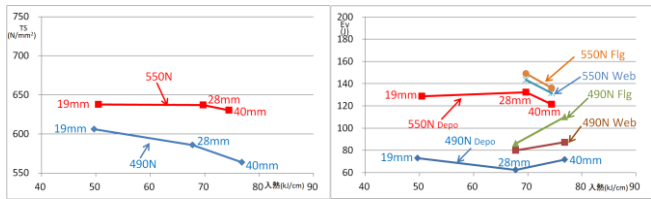


図 4. 入熱と機械的性質の関係 (S-502-H)

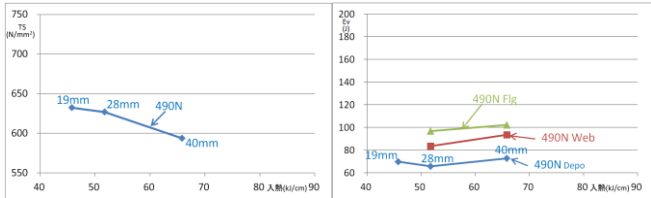


図 5. 入熱と機械的性質の関係 (S-532-H)

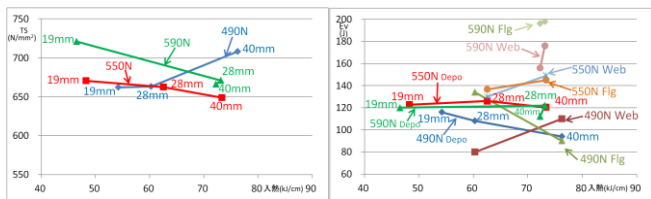


図 6. 入熱と機械的性質の関係 (S-582-H)

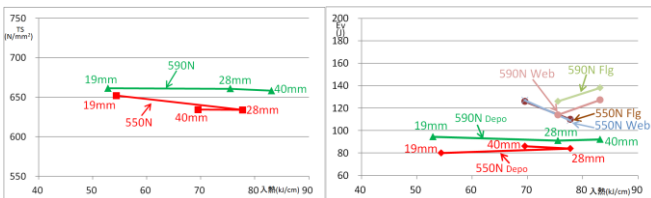


図 7. 入熱と機械的性質の関係 (S-622-H)

試験結果から以下のことが確認された。

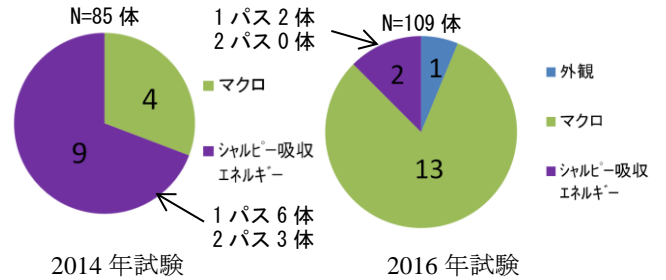


図 8. 不合格試験体の要因比較

- ① 全ての試験体で、引張強さ、0°Cシャルビ-吸収エネルギーが母材の JIS 規格及び大臣認定下限値を上回った。
- ② 溶接材料毎の引張強さ、0°Cシャルビ-吸収エネルギーの平均値は、溶接材料の JIS 規格下限値を十分上回っている。
- ③ 板厚が大きくなると入熱が大きくなる傾向がある。
- ④ 入熱と機械的性質の間に明確な相関は確認できない。
- ⑤ 同じ溶接材料でも母材の強度が高いほど、引張強さ、0°Cシャルビ-吸収エネルギーとも大きな数値が得られる。これは入熱が大きいため母材の希釈が考えられる。
- ⑥ 溶着金属よりボンド部の方が 0°Cシャルビ-吸収エネルギーの値は大きい。これは母材の 0°Cシャルビ-吸収エネルギーが大きいことの影響が考えられる。
- ⑦ 今回の試験においては、S502-H と S532-H では、機械試験結果は大きく変わらない。
- ⑧ 今回の試験においては S622-H の機械試験結果は、S582-H を下回る。

5. パス間温度と試験結果

施工試験は 2014 年と 2016 年に実施した。試験実施中には不合格となる試験体も発生したが、溶接施工条件を見直すことで最終的には全数合格となった。2016 年の試験を始めるに当たり多パス溶接ではパス間温度が機械的性質に影響を与える可能性が指摘され、パス間温度管理を行った。図 8. に 2014 年と 2016 年に不合格となった試験体の要因を比較する。

図 8. から 2014 年は 0°Cシャルビ-吸収エネルギー不足で不合格となった試験体の比率が高く、2016 年では比率が低い。溶接パス別でみると、2014 年は 2 パス溶接で 3 体不合格となっているが、2016 年では 2 パス溶接で不合格となる試験体は無かった。多パス溶接ではパス間温度が 0°Cシャルビ-吸収エネルギーの値に影響することが考えられる。

6. まとめ

溶接組立 H 形鋼に用いるサブマージーク溶接に 50° 開先を用いた溶接施工試験を実施し、その結果を分析した。溶接施工試験としては受験した 40 工場 194 体の試験体すべてが合格したが、サブマージーク溶接の溶接条件に関して学術的な研究はこれからであり今後の研究に期待したい。なお、個別の試験結果は全国ビルト H 工業会ホームページに掲載されているので参照して頂きたい。

*¹ 三井住友建設 *² 松田平田設計 *³ 日建設計
 *⁴ 竹中工務店 修士 *⁵ 竹中工務店
 *⁶ 日本設計 博士(工学) *⁷ カワモト

*¹ Sumitomo Mitsui Construction *² MHS Planners, Architects & Engineers
 *³ Nikken sekkei *⁴ *⁵ Takenaka *⁶ Nihon Sekkei *⁷ Kawamoto