

SM570材・ガスシールドアーク溶接金属部の溶接施工試験

日本道路公団 正会員 井ヶ瀬良則

日本道路公団 鈴木 永之

横河ブリッジ 正会員 一宮 充

1. はじめに 第二東名・名神高速道路などの鋼橋では、大断面 I 桁を用いた少数主桁橋が標準的に採用されており、現場継手に溶接接合が採用される事例も少なくない。著者らが近年施工された橋梁・橋脚の現場溶接施工試験結果を整理した結果、使用されているSM570材は高性能鋼が多く、HAZの強度が十分に高い性能を有していることに対し、溶接金属の強度は溶接条件によって変化することがわかった。極厚鋼板では多層溶接が避けられず、現場溶接が工程上のネックとなるために、大入熱溶接によるパス数の低減が合理化の観点から望まれる。しかし、溶接継手からの破壊(疲労亀裂や溶接欠陥からの脆性破壊)は溶接金属内を伝播するため、施工時の入熱量や溶接金属部の多重熱サイクル特性に関する検討が必要と考えられた。本報告はガスシールドアーク溶接によって施工されたSM570材の溶接金属の性能について、溶接材料、入熱量、再熱サイクルの有無を変化させた実験結果について述べるものである。

2. 実験方法 試験板は図-1に示すような板厚25mmのSM570材であり、これに圧延方向と直角方向に溝形の開先加工を施し、自動走行台車を用いて1パスあるいは2パスのガスシールドアーク溶接を行った。パス数を変化させたのは再熱サイクルの影響を見るためであり、施工時のパス間温度は230℃以下として試験片は1パス目と2

パス目の境界部から採取した。溶接材料は、表-1に示すようにソリッドワイヤ、フラックス入りワイヤ、低温用フラックス入りワイヤを複数の製造会社から7種類選んだ。入熱量は溝形開先の断面積を変化させることにより、25、40、55、70kJ/cmの4水準とした。代表的な溶接条件を表-2に示す。これら試験材からJIS Z 3111に従って溶接金属の衝撃試験及び引張試験を実施した。

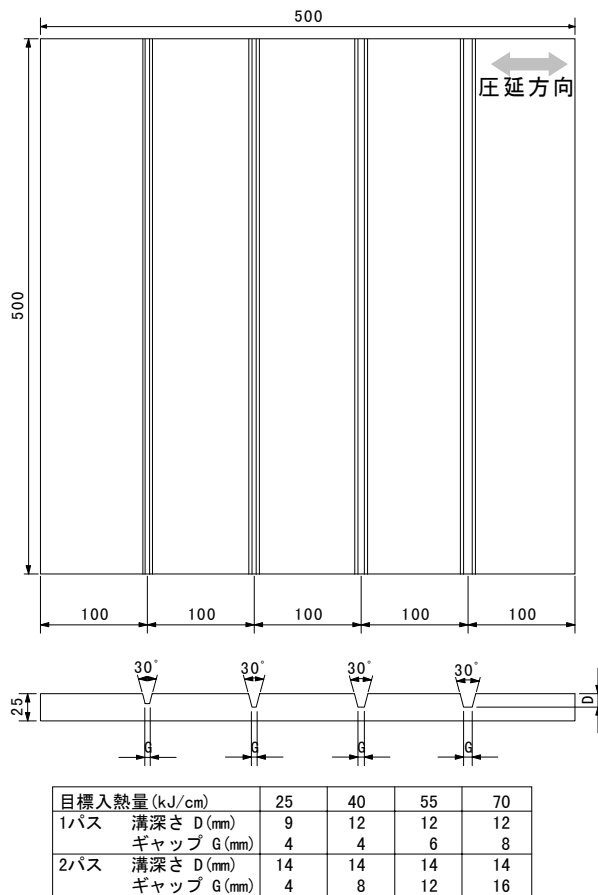


図-1 試験板

表-1 溶接材料

銘柄	JIS規格	寸法	備考
母材	JIS G 3106 SM570Q	t=25	PCM:0.23
A, B, C	JIS Z 3312 YGW21	φ1.2	ソリッドワイヤ
D	JIS Z 3313 YFW-C60FR	φ1.2	フラックス入りワイヤ
E	JIS Z 3313 YFW-C60FM	φ1.2	フラックス入りワイヤ
F, G	JIS Z 3313 YFW-C602R	φ1.2	フラックス入りワイヤ(27J at -20℃)

表-2 溶接条件の一例

目標入熱量 (kJ/cm)	溶接材料	パス	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	実入熱量 (kJ/cm)	施工前の温度 (℃)
25	A,B,C	1	380	36	30.0	27.4	10
		D,E,F,G	1	200	24	25.3	45
40	A,B,C	1	380	36	20.0	41.0	45
		D,E,F,G	1	220	26	39.4	55
55	A,B,C	1	360	38	15.0	54.7	41
		D,E,F,G	1	220	26	52.0	53
70	A,B,C	1	360	38	12.0	68.4	74
		D,E,F,G	1	240	26	69.3	75
25	全て	1	330	36	30.0	23.8	15
		2	340	36	30.0	24.5	144
40	同上	1	340	36	20.0	36.7	15
		2	360	38	20.0	41.0	180
55	同上	1	360	38	15.0	54.7	59
		2	370	37	15.0	54.8	169
70	同上	1	360	37	12.2	65.5	66
		2	360	36	12.2	63.7	220

キーワード：ガスシールドアーク溶接，入熱量，大入熱溶接，溶接材料

連絡先：〒273-0026 千葉県船橋市山野町 27 番地 (横河テクノビル 2F) Tel 047-435-6161 Fax 047-435-6242

3. 実験結果 試験温度-5℃におけるシャルピー衝撃試験結果を図-2, 3に示す. いずれもJIS規格値(47J)を満足しており, 最も低い結果は1パス70kJ/cmの溶接材料Eで60Jという値であった. これまで考えられてきた入熱量の増大に伴い衝撃吸収エネルギーが低下するという傾向は顕著でなく, 入熱量に対する依存性は希釈であった. 溶接材料による差に着目すると, ソリッドワイヤのBや低温用フラックス入りワイヤのFは比較的高く, フラックス入りワイヤのDは低い傾向が, 入熱量, 1パス・2パスの違いによらず見られる. これらのばらつきは20~80Jであり, ソリッドワイヤ, フラックス入りワイヤなどの種類による差よりも製造会社による差が大きいといえる. また, 再熱サイクルの影響による有意差は見られなかった.

溶接金属の引張試験結果のうち, 引張強さと入熱量の関係を図-4, 5に示す. 1パス材, 2パス材ともに入熱量の増大に伴う引張強度の低下が見られるが, 2パス材のDとG(いずれもフラックス入りワイヤ)は入熱量55kJ/cmで規格を満足できなかった. 溶接金属には引張強さの上限値は規定されていないが, 試験板のSM570には引張強さの上限値(720N/mm²)が規定されている. この規格に照らし合わせると入熱量25kJ/cmでは1パス材, 2パス材とも規格を外れるものがある. また, シャルピー衝撃試験結果と同様に溶接材料の種類による差よりも製造会社による差が見られ, 衝撃吸収エネルギーの高かったBやFは引張強さにおいても高く, 同様にDは低かった. 図-4の1パス材と図-5の2パス材の結果を比較すると2パス材の方が低い傾向が見られ, 再熱サイクルの影響で引張強度が低下する傾向が見られた. このような傾向は0.2%耐力においても見られたが, 伸びは全ての試験ケースで規格を満足した.

4. まとめ 本実験により, 溶接金属の基本的な性質が溶接材料別にわかった. これら結果を踏まえ, 実橋に用いられるSM570材・板厚100mmの多層溶接を行い, 現場溶接において要求性能を満足する, 合理的な施工条件について検討する予定である. 検討項目としては主に靱性値に着目し, ガスシールドアーク溶接における大入熱特性, 再熱サイクルの影響などについて, CTOD試験他を実施中である.

5. 謝辞 本研究は(財)高速道路調査会の「溶接に関する研究会」における活動の一環として実施したものであり, 有益な意見を頂いた委員長の堀川浩甫大阪大学教授, 幹事長の鈴木博之明星大学助教授他の各委員に深謝いたします.

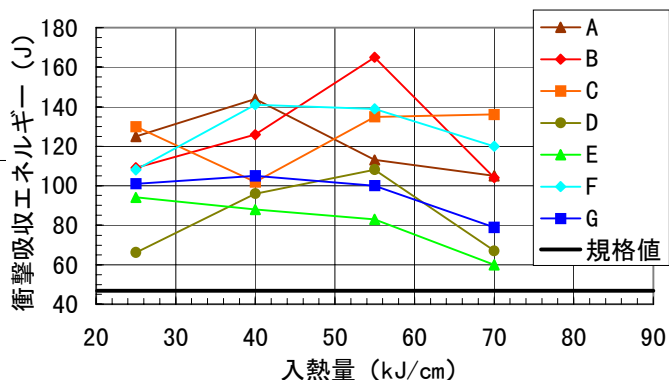


図-2 1パス材シャルピー衝撃試験結果

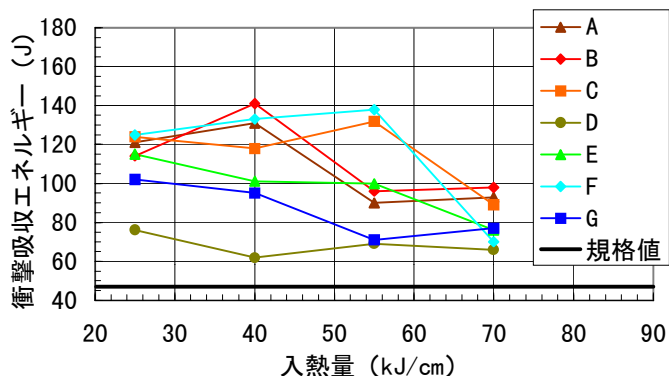


図-3 2パス材シャルピー衝撃試験結果

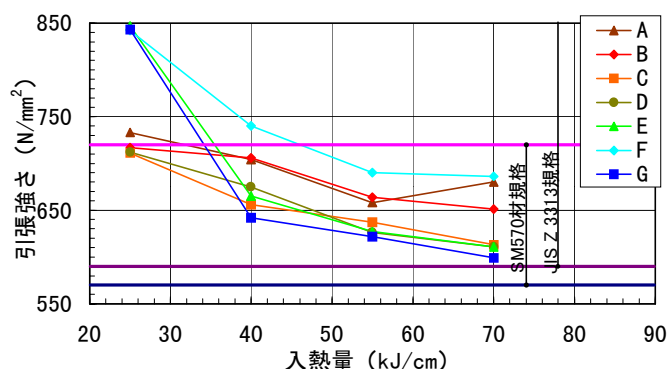


図-4 1パス材溶接金属引張試験結果

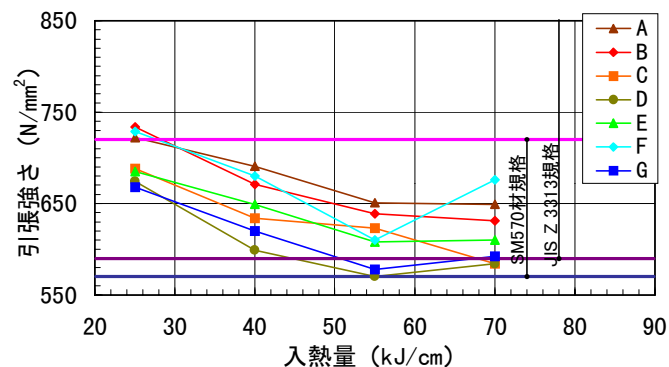


図-5 2パス材溶接金属引張試験結果