

すみ肉溶接サイズの規定に関する考察(その2)

サクラダ 正会員 南 邦明, ○田村 潤
新日本製鐵 糟谷 正, 能勢哲郎
東京工業大学 フェロー 三木千壽

1. はじめに すみ肉溶接サイズが規定された昭和31年当時, 橋梁で使用されていた板厚は薄かったのでサイズも小さく, 現在のような厚板は考慮されていなかった. 極厚鋼板を $S \geq \sqrt{2t}$ の規定に従って溶接サイズを算定すれば過大なサイズとなり, 製作コストが上昇する. このため, 極厚鋼板において, 合理的なすみ肉溶接サイズの設計法を検討することが望まれる. 別報¹⁾で示したように, $S \geq \sqrt{2t}$ の規定を満足しなくても, 急冷割れは発生せず, 最小すみ肉溶接サイズは, 溶接割れ防止の観点からではなく, 設計上, 溶接継手の強度から溶接サイズを決定すれば良いものと考えられる. 本研究では, 継手強度からすみ肉溶接サイズを算定した場合の合理化効果を調べたので, その結果を報告する.

2. すみ肉溶接サイズと作業時間の関係

(1) 作業条件および調査方法 すみ肉溶接サイズと作業時間の関係を調べるため, 日本橋梁建設協会の製作技術部会に参加の5社で適用しているフランジとウェブ溶接部の作業条件を用いた.

表-1にA~E社の作業条件を示す. これらの条件は, 溶接法や電極数などが異なり, また1パスで施工可能なすみ肉溶接サイズの最大値も様々である. 調査は, 1部材の長さを10mとして1溶接線を行うのに必要な作業時間を求めて, 溶接サイズと作業時間を比較した. なお, 多層盛り溶接を行う場合, 次のパスを行うための準備時間を1回当たり9分として計算した.

(2) 調査結果 調査結果を図-1に示す. 横軸には溶接サイズ,

縦軸には各溶接サイズの作業時間を6mmサイズの作業時間で割って求めた作業時間比で示した. また, 図中の曲線は, 6mm換算率(断面積の比率)

を示したものである. 図-1に示すように, 各作業条件によって多少のばらつきが生じていた. A社では, すべて1電極の1パスで行っており, 規則正しい放物線を描いていた. B,C社は9mmまで, またE社は7mmまで1パスで行っており, それ以降は, 多層盛り溶接となる. このため, パス数が増えるごとに, 作業時間比も大きくなった. E社の作業条件は, 1電極のCO₂自動溶接機であり, I桁のフランジとウェブの溶接部以外で自動機を適用した場合, ほとんどがこれに近い作業条件である. 次に, D社は, 12mmまで1パス(1走行)で行っているが, サイズにより使用する電極を変えている. このため, サイズが8mmまでは1電極であったのが, 9mmから2電極になったため, 溶接速度が7mmと9mmが同じであった. また他の会社と比べサイズが大きくなることによる影響が少なかった. しかし, 2パスで行う13mmではA社に近い値を示した.

3. 溶接継手の強度から溶接サイズを決めた試設計

(1) 試設計モデルと溶接サイズの決定方法 I桁のフランジとウェブの溶接サイズを継手強度から決定し, 溶接サイズが低減された場合, 製作の合理化に及ぼす効果を調べるため, 4つの設計モデルを対象に試設計を行った. 対象としたモデルを図-2および表-2に示す. モデルIは, 従来型の橋梁として日本道路公団の標準図集²⁾から抜粋したI桁である. なお, 設計計算では, 1部材1断面に変更した. モデルIIは, 平成13年に製作された少数主桁橋であり, モデルIIIは, モデルIIのフランジ幅を変更し, 板厚を大きくさせたモデルである. また, モデルIVは, モデルIIの支間長, ウェブ高, およびフランジ幅を変更させたモデルである. 試設計では, モデルI~IVを通常的设计手順に従って, 板厚や応力などを算出する. 溶接サイズは, 従来の $S \geq \sqrt{2t}$ から算定したケース

表-1 対象とした溶接条件

	A社	B社	C社	D社	E社
溶接法	SAW	SAW	SAW	CO ₂	CO ₂
電極数	1電極	2電極	2電極	2電極	1電極
姿勢	下向き	水平すみ肉			
サイズ	溶接速度(cm/min)				
6mm	85	75	80	50(1電極)	32
7mm	79	60	70	45(〃)	25
8mm	67	50	60	42(〃)	40+35
9mm	56	40	50	45(2電極)	38+35+35
10mm	46	75+45	50+45	42(〃)	32+32+32
11mm	40	65+45	48+43	40(〃)	28+32+32
12mm	35	60+40	45+40	38(〃)	30+32+35+35
13mm	30	65+50+50	38+38	45+32(〃)	—
14mm	25	65+45+45	35+40	—	—
15mm	—	—	33+37	—	—

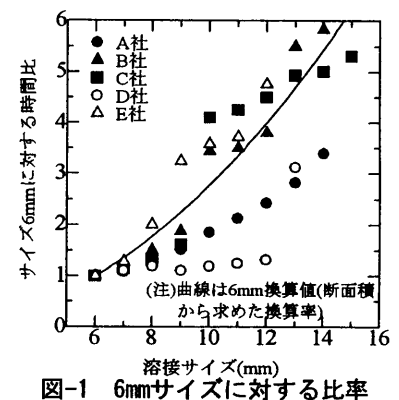
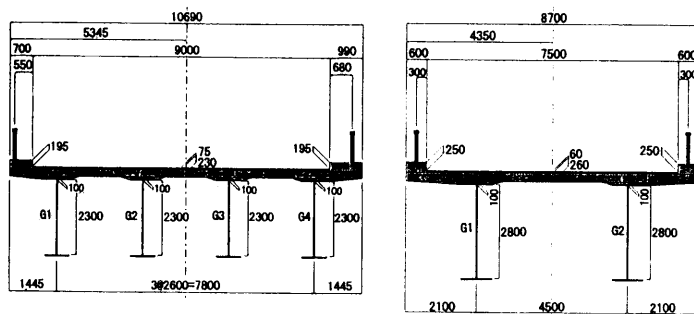


図-1 6mmサイズに対する比率

キーワード: 合理化, 製作, 溶接サイズ, 試設計

連絡先: 〒272-0002 千葉県市川市二俣新町21 TEL 047-328-3148 FAX 047-328-3156



(a) 従来型(モデルⅠ)

(b) 少数主桁型(モデルⅡ～Ⅳ)

図-2 試設計モデルの断面図

表-2 試設計モデル

	モデルⅠ	モデルⅡ	モデルⅢ	モデルⅣ
橋梁形式	3径間連続非合成鉄桁			
支間長(m)	40+40+40	37+45+37	37+45+37	47+55+47
部材長(m)	9.84~13.00	7.40~8.25	7.40~8.25	7.50~12.00
ウェブ高(mm)	2300	2800	2800	3200
ウェブ厚(mm)	9	14	14	16
フランジ				
上	530*	400	320	410
幅(mm)				
下	550*	500	320	410
フランジ				
上	27~37*	19~50	23~50	19~62
厚(mm)				
下	17~40*	22~54	40~92	38~98

*: 外桁

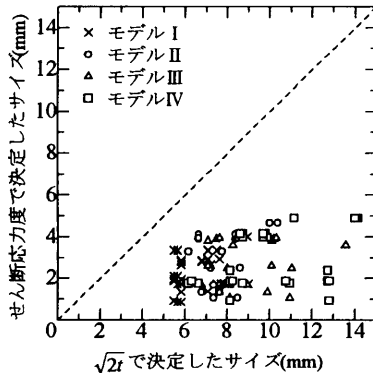
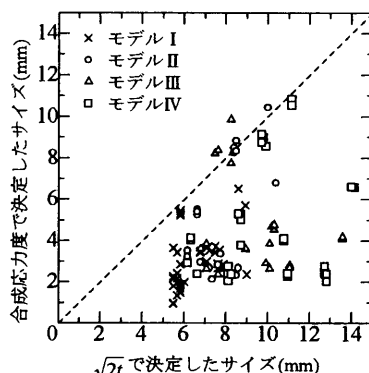
図-3 セン断応力照査でと $\sqrt{S}$ の比較図-4 合成応力照査でと $\sqrt{S}$ の比較

表-3 溶接作業時間の低減率

会社	応力照査法	モデル			
		I	II	III	IV
A社	せん断	88.4	72.7	56.4	52.0
	合成	88.7	82.2	63.5	61.1
B社	せん断	80.7	55.3	37.3	32.8
	合成	81.5	71.9	47.9	46.2
C社	せん断	86.3	57.0	36.0	32.6
	合成	86.8	74.6	46.8	47.1
D社	せん断	93.2	87.0	73.2	62.8
	合成	93.7	90.0	75.2	65.6
E社	せん断	66.4	41.2	30.0	16.1
	合成	67.1	62.6	45.0	24.5
平均	せん断	83.0	62.6	46.6	39.3
	合成	83.6	76.3	55.6	48.9
6mm換算値	せん断	74.9	50.3	37.1	33.3
	合成	76.0	65.9	45.0	45.5

と、せん断流理論に則ってせん断力応力度および合成応力度の照査で溶接サイズを決定する3ケースで比較した。

(2)溶接サイズの検討結果 図-3, 4 に溶接サイズ算出結果を示す。横軸は、 $S \geq \sqrt{S}$ で算定した場合の溶接サイズを示し、縦軸は、それぞれせん断応力度および合成応力度で照査した場合の溶接サイズを示している。すなわち、これらの結果は、 $\sqrt{S}$ で溶接サイズを決定していたものを、継手強度で溶接サイズを照査すれば、どのようにサイズが変化するかを示している。せん断応力の照査でサイズを決定した場合(図-3)、その多くは4mm以下となり、板厚が大きい少数主桁橋においても5mm以下となった。合成応力度で照査したサイズ(図-4)は、せん断応力で決定したサイズより若干大きくなった。また、一部の部材では(中間支点部付近)、継手強度で決定した方が $\sqrt{S}$ で決定した場合より溶接サイズは大きくなるケースもあった。しかし、多くの部材は、溶接サイズを低減できる結果となった。以上のように、 $\sqrt{S}$ で決定すれば強度的には過大な溶接サイズとなっていることが判る。

(3)溶接サイズ決定法の違いによる作業効率の比較 表-3 は、試設計結果に基づき、継手強度で決定した作業時間を従来の $\sqrt{S}$ で決定した作業時間に対する割合で示した溶接作業時間の低減率を示したものである。これらの算出にあたり、最小すみ肉溶接サイズを6mmとし、作業条件は表-1 で示したA~E社の条件で求めた。また、多層盛り溶接のみパス間のあいだでスラグ除去時間なども含めた時間であるが、それ以外は、溶接時間のみである。また、D社では14mm、E社では13,14mmの施工実績はないが、ここでは、6mm換算値と同じ割合で作業時間比が増加するものと考えた溶接速度を設定し、作業時間を算出した。作業時間の低減率は、各モデル各社によって若干異なるが、傾向の違いはなかった。まず、従来型のモデルⅠでは、少数主桁型のモデルⅡ~Ⅳと比べ、板厚構成が薄く溶接サイズも小さいので、低減率が最も小さかった。それでも継手強度で決定した場合、せん断応力および合成応力ともに、平均値では約83%に低減した。次に、少数主桁型のモデルⅡ~Ⅳでは、モデルⅠより低減率は大きくなり、板厚構成が大きい順(Ⅱ<Ⅲ<Ⅳ)に低減率も大きくなった。また、応力照査方法によっても違いが生じ、モデルⅡ~Ⅳでは合成応力よりせん断応力の方が約10%小さくなった。次に、6mm換算値で計算した低減率は、各社の溶接作業条件で求めた低減率より小さくなった。

4. まとめ

$S \geq \sqrt{S}$ で溶接サイズを決定すれば、強度的には過剰なサイズとなり、継手強度で溶接サイズを決定すれば、製作の合理化に寄与する。なお、本研究は、東京工業大学創造プロジェクト研究の一環で行ったものである。

【参考文献】

- 1)南 邦明, 糟谷 正, 三木千壽: すみ肉溶接サイズの規定に関する考察(その1), 第58回年次講演会概要集, 2003.9
- 2)日本道路公団: 構造物標準設計図集(鋼橋編), 1981.4