

厚板現場溶接継手の靱性評価試験

日本道路公団 正会員 紫桃孝一郎 正会員 井ヶ瀬良則 正会員 鈴木 永之
 横河ブリッジ 正会員 一宮 充 正会員 岩崎 雅紀 正会員 井口 進

1. はじめに 日本道路公団における鋼橋では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。著者らはこれらの溶接施工試験結果を整理した結果、フランジのガスシールドアーク溶接継手の溶接金属部の機械的性質は、溶接材料だけでなく溶接条件によって大きく変化することがわかった。多層盛溶接部では、溶接金属部が後続パスの溶接による熱影響を受け、靱性の低い組織が生成されると考えられるが、靱性の評価はシャルピー衝撃試験によるのが一般的であり、試験片採取位置などが大きく影響を及ぼすものと考えられた。本実験では、溶接金属部の靱性値に及ぼす溶接材料や入熱量の影響について、CTOD試験による評価を行った。

2. 実験方法 試験体は大断面I桁フランジのガスシールドアーク溶接部を想定し、図-1に示すような板厚60mmと100mmのSM570材の突合せ溶接試験体を製作し、これらを初層から最終層まではほぼ均等な入熱量(4kJ/mmと7kJ/mm)となるように自動台車を用いて連続施工した。この際、開先から10mm離れた位置でパス間温度を計測したが、最も高い温度でも200℃程度と低い値であった。溶接材料は、文献1)の検討結果を反映してJIS Z 3312 YGW21を使用した。これら試験体から、CTOD試験片、シャルピー衝撃試験片などを採取し、試験を実施した。CTOD試験はWES 1108に従ったが、 $t=60$ は標準3点曲げ試験片、 $t=100$ は標準コンパクト試験片(写真-1参照)とした。実験ケースを表-1に示す。

3. 実験結果 シャルピー衝撃試験結果のうち、一例として、 $t=60$ の入熱量4kJ/mmで施工した結果を図-2(a)、(b)に示す。試験は5種類の温度で試験し、試験片採取位置は板厚方向に $t/4$ 、 $t/2$ 、 $3t/4$ の3つの位置から採取し、3本の平均値で整理した。シャルピー値は、初層側になるにつれて低くなる傾向が見られる。道示に定められる採取位置の-5℃での値は84Jであるが、初層のシャルピー値が低くなる傾向はすべての試験体で見られた。図-2(b)は横軸を温度としたものであり、すべての採取位置での値を図中の式で示すような回帰分析を行い、遷移曲線を求めた。これを用いて推定した破壊靱性値を、CTOD試験結果と共に図-3に示す。実験値はシャルピー値から推定した値と比較すると、 $t=60$ における破壊靱性値が最低値で0.015mm程度の低い値となった。入熱量による影響は $t=60$ 、100のいずれも希薄であった。これらの値は、過去のCTOD試験結果($\delta c=0.1$ mm程度)と比較しても低いものであ

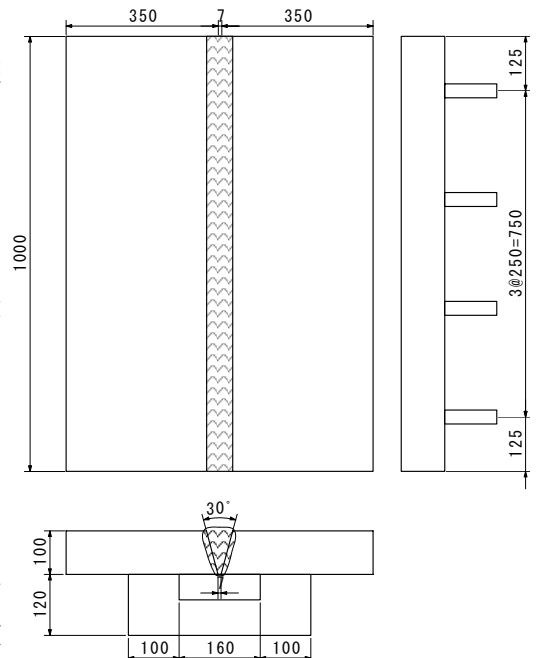


図-1 試験体

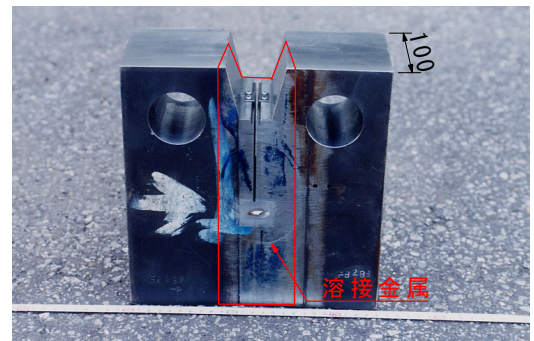


写真-1 標準コンパクト試験片

表-1 実験項目

溶接条件	対象鋼材	JIS G 3106 SM570Q			
	溶接法	ガスシールドアーク溶接			
	溶接姿勢	下向き			
	予熱	RT			
	開先形状	V型30°			
	使用ワイヤ	JIS Z 3312 YGW21			
	板厚 t(mm)	60		100	
	入熱量(kJ/mm)	4	7	4	7
	継手引張	1	1	1	1
	溶着金属引張	3	3	5	5
試験片	断面マクロ	1	1	1	1
	シャルピー試験	JIS Z 2202 4号試験片			
	試験温度-40℃	9	9	15	15
	試験温度-20℃	9	9	15	15
	試験温度-5℃	9	9	15	15
	試験温度20℃	9	9	15	15
	試験温度40℃	9	9	15	15
数	CTOD試験	3点曲げ試験片		CT試験片	
	試験温度-20℃	3	3	3	3

キーワード：溶接継手、厚板溶接、CTOD試験、破壊靱性値

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

るが、その原因として、開先断面が狭いことによるシールド不足による N_2 や O_2 の巻き込みの影響が予想される。

4. 脆性破壊評価 このような破壊靱性値を有する溶接部が現場継手部に存在したときの脆性破壊に対する評価を行うため、WES2805²⁾に従って試算した。試算条件は、**図-4**に示すような許容応力が作用しているSM570材で板厚60mmのI桁下フランジの現場溶接部に、文献3)に示される許容きず長さ（15mm）の半楕円径の表面きずが存在するものとして、きず高さを変化させて計算した。この際、施工時の角変形（ θ ）が0, 3.4, 6.8度の場合と、目違い（h）が0, 5mm（道示に示される許容最大値）に変化させた場合を計算した。試算結果を**図-5**の曲線群に示す。図中の水平線は**図-3**に示される板厚60mm、入熱量4kJ/mmで施工された溶接金属部のCTOD試験結果の最小値であり、 $\delta c=0.015\text{mm}$ である。これより、試算された破壊パラメータは θ が3.4度以下、hが5mm以下であれば、CTOD試験の最低値よりも低く、脆性破壊することはないと言える。また、文献3)などには超音波探傷検査の許容きず高さが定められているが、このきずを見逃しても角変形が3.4度までであれば脆性破壊は発生しないという試算結果となった。なお、このような試算を内在きずとした場合も計算した結果、破壊パラメータは更に小さくなり、安全側となる。

5. まとめ SM570材の多層溶接金属部の靱性について板厚・入熱量を変化させた実験を行った結果、母材や熱影響部に比べて破壊靱性値が高くないが、現行の超音波探傷検査(案)での許容きずの範囲内であれば脆性破壊が発生する可能性が低いことが明らかとなった。しかし、シャルピー試験、CTOD試験結果は決して高くないので、大入熱溶接の際には施工条件等の配慮が必要である。

6. 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前大阪大学教授をはじめ委員の皆様に深謝いたします。

【参考文献】

- 井ヶ瀬良則，鈴木永之，一宮充，岩崎雅紀：鋼橋突合せ溶接金属の機械的性質に関する実験的研究，鋼構造年次論文報告集，第9巻，pp.249-254，2001.11.
- (社)日本溶接協会：WES 2805-1997溶接継手の脆性破壊発生及び疲労き裂進展に対する欠陥の評価方法，1997.3.
- 水口和之，村山陽：現場の品質管理，ハイウェイ技術 No.12，pp.80-87，1998.12.

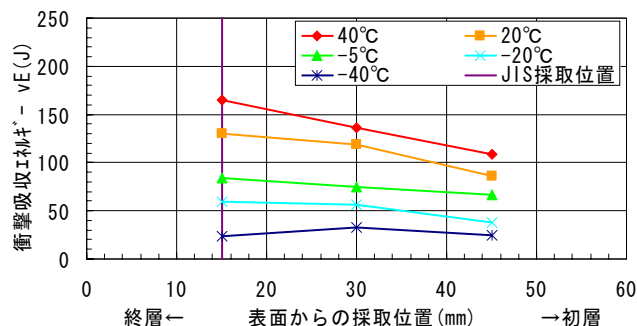


図-2(a) シャルピー衝撃試験結果（採取位置の影響）

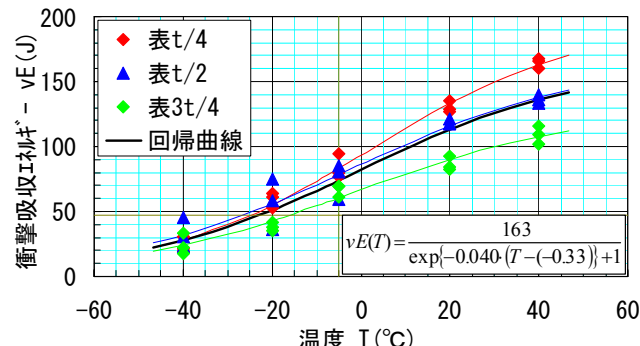


図-2(b) シャルピー衝撃試験結果（遷移曲線）

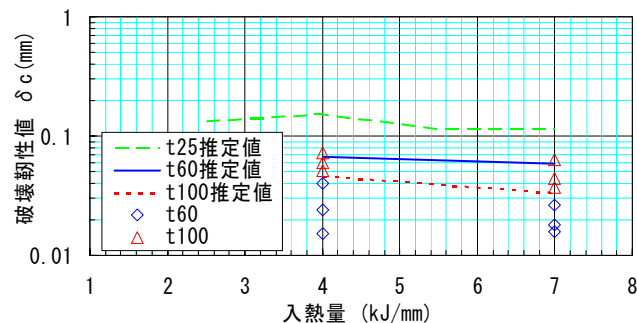


図-3 CTOD 試験結果

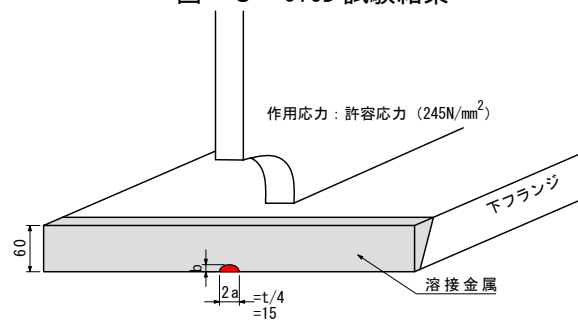


図-4 試算条件

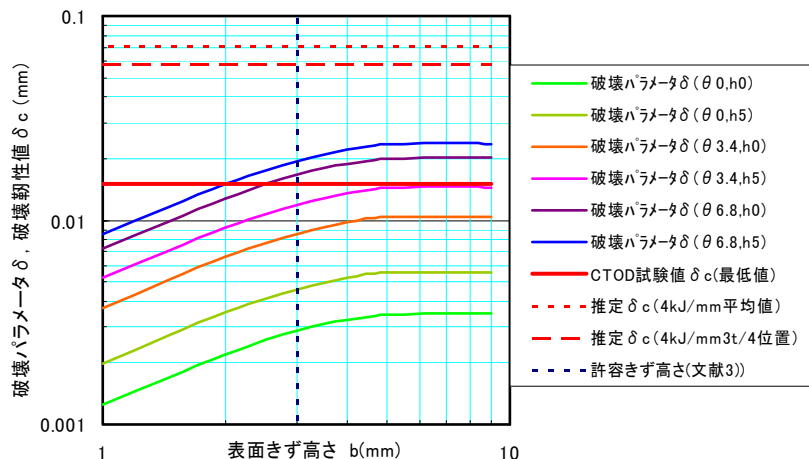


図-5 試算結果