

235

低温用鋼溶接部の破壊靱性

——靱性値の異なる材料を局部的に有する溶接継手の破壊挙動——

石川島播磨重工業(株)
技術研究所

工博

深川宗光

河野武亮

村山武弘

○貝原正一郎

和氣義夫

早川末男

1. 緒言 低温用鋼溶接部を対象として、靱性値の異なる溶接金属部の三点曲げCOD試験と大形引張試験を行い、局部的な低靱性領域に鋭い切欠が存在する場合の溶接継手の破壊挙動を調べたので報告する。

2. 供試材料 鋼板は低温圧力容器用鋼板JIS SLA33Bを用いた。溶接材料は、高靱性材料として2.5%Ni系を、低靱性材料としてSi-Mn系を使用した。それぞれの化学成分と機械的性質をTable 1に示す。

3. 実験 2.5%Ni系溶接金属部の一部に靱性の低いSi-Mn系の溶接金属を積層し、Fig. 1(a)~(f)に示す溶接継手を作製した。Fig. 1(a)~(e)は貫通切欠、Fig. 1(f)は表面切欠試験片であり、いずれの試験片も溶接金属内部あるいは表面に低靱性領域が存在している。また、低靱性領域は連続しているものと途切れたものを採用している。これらの試験片を用いて三点曲げCOD試験を行った。また、これらの溶接継手の大形引張試験を行い、局部的な低靱性領域が継手全体の破壊挙動に及ぼす影響を調べた。

4. 実験結果

4.1 小形試験結果(三点曲げCOD試験結果) Fig. 1の各種溶接継手の三点曲げCOD試験結果をFig. 2に示す。図中には、2.5%Ni系だけの溶接金属とSi-Mn系のものの破壊靱性値も合せて示している。このような低靱性領域を含む溶接金属の靱性値は、バラツキはあるものの低靱性材料のみの破壊靱性値に近い値を示し、佐藤・豊田¹⁾、芝崎²⁾らによって報告されている結果と同様の傾向を示している。また、後述するような多段破壊が多数観察されている。

4.2 大形試験結果(溶接継手大形引張試験結果) 局部的に低靱性材料を有する溶接継手の大形試験板形状とその試験結果をFigs. 3, 4に示す。貫通切欠(C-2, 3)、表面切欠(C-4)試験板において、切欠先端に低靱性領域が存在しても破壊応力は母材の降伏応力を上回っているが、切欠先端全線に低靱性領域を含む試験板(C-1)の破壊応力は降伏応力より低い値を示した。

5. 考察

5.1 小形試験片と大形試験板の相違 低靱性領域を有する継手の小形試験では、低COD値を示す傾向にあるが、大形試験では必ずしも低応力一様破壊をしない。これはFig. 5のように大形試験板が大形試験片と比べて、試験片に対する切欠長さが小さく、かつ剛体による拘束も高いため、低応力脆性破壊が起らないと考えられる。

5.2 破壊形態について 低靱性領域を有する継手の小形試験では、通常いわれるポップイン(Fig. 6(a))とき裂発生後、負荷荷重が増加しないFig. 6(b)のような多段破壊が多数認められた。これは小形試験におけるリガメントが少ないため、荷重が増加せず、発生したき裂が停止したものと考えられる。

5.3 局部的低靱性領域を有する溶接継手に対する評価 今回の大形試験では低靱

性領域の影響はほとんど認められなかったが、切欠先端に熱いずみ脆化領域を有する溶接継手の大形試験ではポップイン破壊が認められたことから³⁾局部的低靱性領域を有する継手においては、破壊発生とき裂合増進止性能の両方の評価法を考える必要がある。

参考文献：1) 佐藤・豊田；閉面溶接協会誌 12(1980)，2) 芝崎；鉄と鋼 5(1982)，
3) 豊田・河野他；溶接学会講演報告集 28(1981)

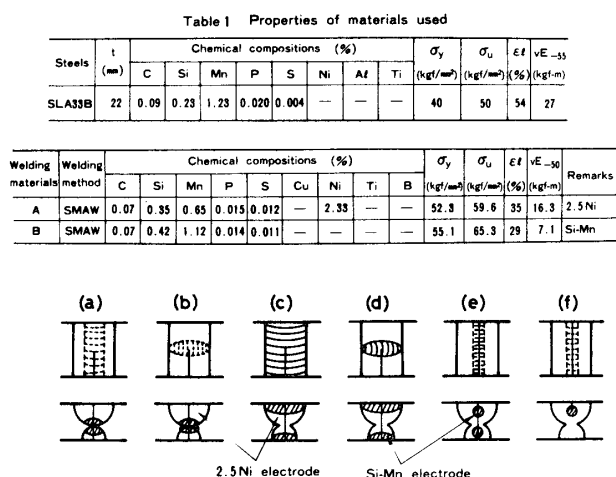


Fig.1 Examples of welded joints mixed with low toughness material

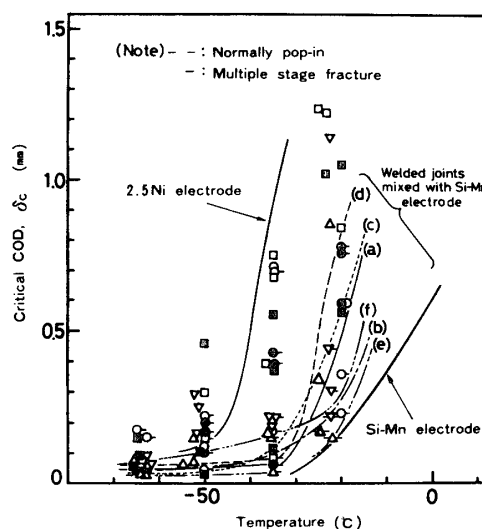


Fig.2 Influence of partial low toughness region

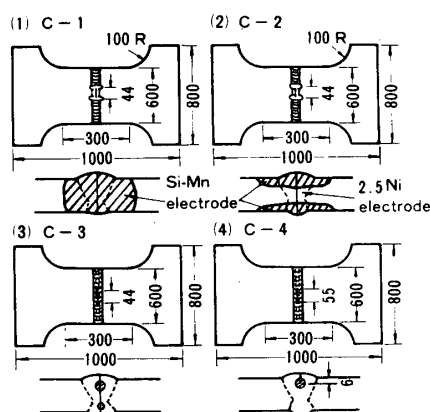


Fig.3 Wide plate tests with partial low toughness region

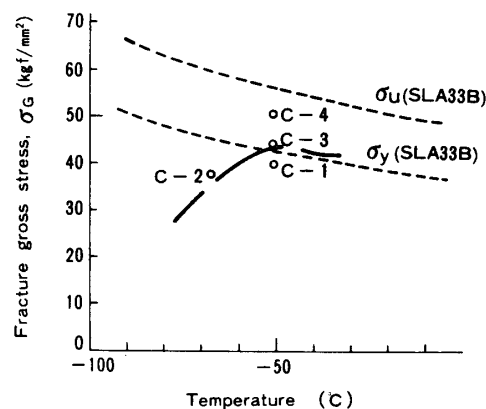


Fig.4 Results of wide plate tests with partial low toughness region

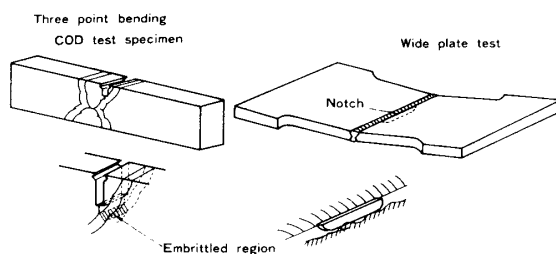


Fig.5 Difference between small-sized test specimen and wide plate test specimen

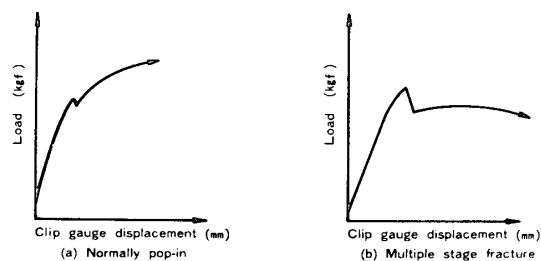


Fig.6 Characteristic fracture pattern of welded joints with partially embrittled region