

京都大学工学部 正員 小西一郎

京都大学工学部 正員 〇山川純雄

京都大学工学部 正員 本田博良

1. まえがき

本報告は日本溶接協会原子力研究委員会がA302B鋼について立案した「原子力構造用鋼溶接部の非破壊検査像とその機械的強度との関連性に関する研究」の1部として京都大学で担当したフローホールを含有する溶接部の常温疲労試験結果を紹介するものである。

試験片は突合せ溶接部に大(E級),中(C級),小(B級)のフローホール(約 $\sim 3\text{mm}\phi$)を散在させたもので,その形状寸法は図-1のとおりである。フローホールは溶接時にアルゴンガスを吹きつけて作ったものであり,上記のB, C, E等の等級は改定JIS Z 2341案に基づいて分類したもので表-1に示すとおりである。試験方法はJIS Z 3103-1961に従い片振引張疲労試験,使用試験機はLosenhausen Fatigue Testing Machine UHS Type,繰返し速度は 600 cycle/min を採用した。なおA302B鋼の静的試験結果(日本製鋼担当)は表-2のとおりである。

2. 試験結果とその考察

破壊状況——試験結果は表-3に示すとおりである。表-3中,欠陥率とあるのは破面に現われたフローホールの面積を破断部の全面積で割った値を%で表わしたものである。また図-2は破面に現われたフローホールの様相をスケッチしたもので, *initial crack* が発生したと考えられる箇所は斜線をほどこした。なお水素ガスのフローホールの場合には,その周辺の破面がうろこ状に変色するのが普通であるが,本試験においては破面の変色は認められなかった。これはアルゴンガスの特色か或は焼ならしに起因するものか明らかでない。全試験片の破断または亀裂状態を観察すると,表面或は側面に近接または露出したフローホールから *initial crack* が発生している。このことは内部に埋蔵されたフローホールの応力集中率よりも表面に露出したフローホールの応力集中率の方が高いことを示すものである。また球状空洞よりも長短軸比の大きい楕円状空洞の方が切欠効果が大

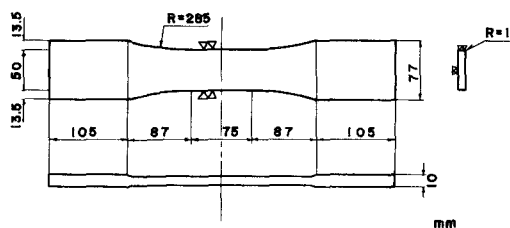


図-1 試験片形状寸法

表-1 フローホールの等級 (換算欠陥数)

板厚 mm	10	20	50	160	改定 JIS
試験視野 mm	5x50	10x50	10x10 ²	10x10 ²	等級
等					
A	2	4	6	16	1
B	4	10	16	40	1
C	10	25	40	110	2
D	20	47	72	190	3
E	30	74	110	280	4
F	欠陥4級より多いの, 12mm以上の欠陥数に等しい				5

表-2 A302B鋼の静的試験結果

試験片	降伏点 kg/mm ²	引張強度 kg/mm ²	伸び %	破断箇所
母材 試験片	49.2	59.3	56.6	
"	48.5	58.6	57.1	
小フローホール試験片	48.6	63.8	37.0	母材
"	50.0	63.8	33.0	"
中 "	49.0	62.8	37.1	"
"	48.8	63.7	32.9	"
大 "	48.4	61.6	35.6	"
"	50.4	63.4	37.3	"

疲労強度——試験結果得られたS-N線を図-3に示した。本図は縦軸に全振幅(上限応力-下限応力)を取った。図-3から明らかなように平均

欠陥率の大きい試験片シリーズ
ほどS-N線は低下している。

2×10⁶ 回疲労強度はB, C, E
級の順に, それぞれ 25, 20, 15
kg/mm²程度と考えられる。なお黒
皮のままの母材試験片も用意し
たが, 試験機の容量の関係上,
上限応力 35 kg/mm² 以上に取り得
なかったため1点しかプロット
できなかった。しかし母材(黒皮
のまま)の2×10⁶ 回疲労強度はお
およそ 33 kg/mm²程度と考えられる。
このことは無欠陥材の2×10⁶ 回
疲労強度が 35.5 kg/mm²(三菱重工長
崎造船所担当)であるから, 黒皮
の影響を考えると上の
値はほぼ妥当であると思
われる。

3. 結 論

以上の試験結果ならび
に考察を要約するとつぎ
のとおりである。

(1)表面とくに側面近傍の
フローホールの切欠効果
は内部のフローホールま
りも大である。

(2)フローホールの形状は
球状空窩より長短軸比の
大きい橋円状空窩の方が
切欠効果は大である。

(3)1~3mmφ程度のフローホ
ールを含有するA302B鋼の2×10⁶
回疲労強度は, 欠陥率の大小によ
り変化するが, 大体B, C, E
級の順に 25, 20, 15 kg/mm² であ
る。

表-3 疲労試験結果の総括

試験片番号	断面積 mm ²	溶接部欠陥率		応力 kg/mm ²		繰返し数 ×10 ⁴	破断状況
		%	平均値	上限	下限		
IOFB-B ₁	522.60	3.0	5.7%	30.0	2.0	147.61	破断
B ₂	468.70	4.8		27.0	2.0	196.99	"
B ₃	475.95			20.0	2.0	229.00	破断せず
B ₄	495.50	8.4		25.0	2.0	69.40	破断
B ₅	411.27			30.0	2.0	235.30	破断せず
B ₆	482.63	6.7		35.0	2.0	34.48	破断
B ₇	468.12			25.0	2.0	244.00	破断せず
IOFB-C ₁	487.50	3.5	6.2%	35.0	2.0	39.39	破断
C ₂	497.50	2.7		20.0	2.0	191.39	"
C ₃	512.60	1.8		26.0	2.0	112.69	"
C ₄	472.03	9.8		18.0	2.0	187.47	"
C ₅	497.48	6.8		28.0	2.0	54.27	"
C ₆	490.98	11.0		25.0	2.0	102.28	"
C ₇	486.46	8.1		30.0	2.0	32.87	"
IOFB-E ₁	447.52	6.9	7.5%	35.0	2.0	14.60	破断
E ₂	468.25	7.4		30.0	2.0	19.97	"
E ₃	466.10	5.6		20.0	2.0	151.14	"
E ₄	506.94	2.9		27.0	2.0	152.98	"
E ₅	486.59			15.0	2.0	248.18	破断せず
E ₆	447.60	7.3		27.0	2.0	27.84	破断
E ₇	460.19	14.9		25.0	2.0	53.98	"

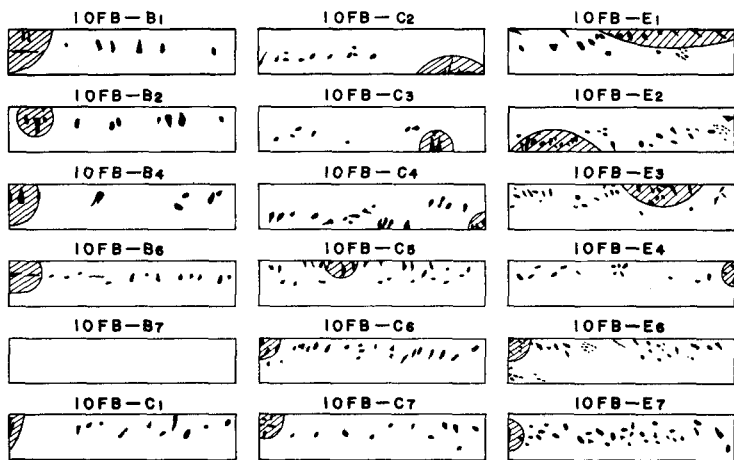


図-2 破面のスケッチ

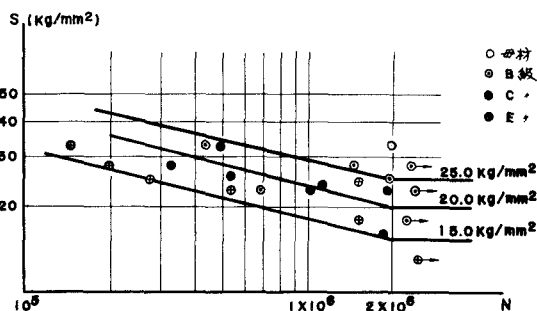


図-3 S-N線