

自動ガス切断試験片による疲労試験

田 島 二 郎*

要 旨 本報告は、溶接構造用圧延鋼材1種および2種に対し、自動ガス切断試験片による下限応力0の片振引張疲労試験の結果について報告するものである。

1. 試験の目的

近年橋梁の製作において、自動ガス切断機により切断加工することが多く行なわれるようになってきているが、鉄道橋のように繰返し荷重による疲労が問題となるものに対しては、自動ガス切断機により切断された鋼板の疲労強度を知ることが必要である。本試験は、土木学会 長大橋梁および高張力鋼鉄道橋研究委員会によって行なわれたもので、 41 kg/mm^2 鋼および 50 kg/mm^2 鋼の自動ガス切断試験片の疲労強度を求め、鉄道橋の設計、製作上の資料を得ることを目的とした。

2. 試験結果

(1) 自動ガス切断試験片による 41 kg/mm^2 鋼の疲労強度は、繰返し数 200 万回において $22 \sim 23 \text{ kg/mm}^2$ 、 50 kg/mm^2 鋼は 25 kg/mm^2 であった。

(2) 41 kg/mm^2 鋼試験片は 2 工場でべつべつに切断したが、それらの疲労強度の差はほとんど認められなかった。

(3) 疲労核発生箇所は、すべてガス切断表側であった。裏側から疲労核が発生したものがない。

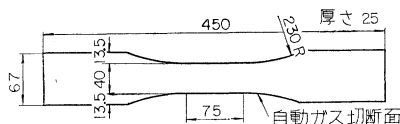
3. 試験経過

(1) 試験片

試験材は、厚さ 25 mm の SM41A および WEL-TEN 50A とし、その化学成分および機械的性質は、表-1 に示すものである。

試験片の形状は、図-1 に示すごとく、JIS Z 3103 溶接部の疲労試験方法の突合わせ溶接継手試験片と同一形状である。疲労試験片および JIS 1号試験片は、同一板の同一範囲よりロール方向に採取し、疲労試験片は自動

図-1 試験片の形状



ガス切断機により切断し、側縁はヤスリにより糸面をとった。

自動ガス切断条件は、試験片記号 YS および YW は、火口は田中製作所 2 番、酸素圧力 4.0 kg/cm^2 、アセチレン圧力 0.15 kg/cm^2 、混合比 $\text{O}_2/\text{C}_2\text{H}_2 = 20/3$ 、切断速さ 300 mm/min 、切断時の気温 $5 \sim 12^\circ\text{C}$ 、試験片記号 TS は、火口は TY 2 号、酸素圧力 3.5 kg/cm^2 、アセチレ

図-2 自動ガス切断面表面のあらさ (切断面の板厚中央を測定)

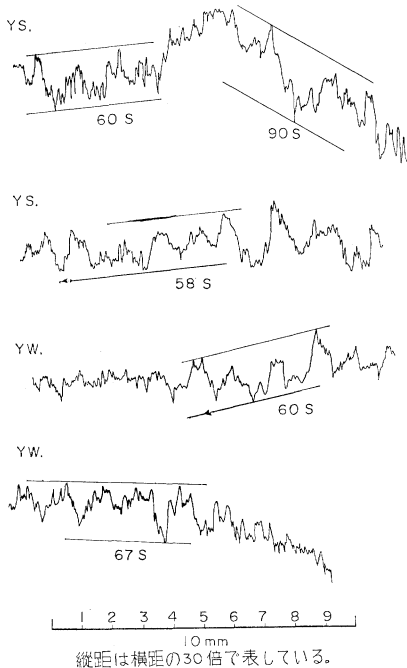


表-1 供試材の化学成分および機械的性質

種 別	化 学 成 分 (%) ¹⁾					熱 処 理	機 械 的 性 質 ²⁾		
	C	Si	Mn	P	S		降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	伸 び (%)
SM 41 A	0.20	0.03	0.79	0.012	0.025	as rolled	26	45	32
WEL-TEN 50 A	0.15	0.36	1.20	0.023	0.022	normalized	36	52	32

注 1) 製鋼所規格証明書による。

2) JIS 1号試験片 3本による平均値

* 正員 国鉄構造物設計事務所主任技師、長大橋梁および高張力鋼鉄道橋研究委員会 (国鉄依託) 幹事

ン圧力 0.2 kg/cm^2 、切断速さ 250 mm/min 、切断時の気温 7°C である。切断の順序は、まず巾 67 mm、長さ

450 mm の矩形に切断し、一度気温まで放冷した後平行部および R 部を連続して片側ずつ切断した。この際片側の切断が終わった後一度気温まで放冷した後他の側の切断を行なっている。

自動ガス切断面のあらさを小坂式粗さ計によって測った結果は図-2 のようで、比較的平滑な試験片で 0.06 mm 程度、外観上やや不十分と考えられるものでは 0.09 ~ 0.13 mm 程度の凹凸が認められた。切断面を写真-1 に示す。

(2) 疲労試験

a) 試験機 石川島播磨重工業 KK 技術研究所のローゼンハウゼン大型繰返し疲労試験機 (動的最大 40 t) による。

b) 荷重 下限応力を 0 とした片振引張繰返し荷重とし、繰返し速度は 666 回/min とした。

c) 試験結果 疲労試験の結果を表-2 および図-3 に示す。これより、自動ガス切断試験片による SM 41 の片振疲労強度は、繰返し数 200 万回において 22~23 kg/mm²、WEL-TEN 50 は 25 kg/mm² である。この値は使用材料の降伏点のそれぞれ約 85%、70% の値である。機械加工により試験片側面を十分に仕上げた場合における 200 万回片振疲労強度は、SS 41 で 23 kg/mm²) (使用材料の降伏点の 80%)、WEL-TEN 50 で 28.5 kg/mm²) (使用材料の降伏点の 87%) であったのにくらべて、41 kg/mm² 鋼では今回の試験は大差ない値を示しており、50 kg/mm² 鋼では 10% 強低い強さである。

表-2 疲労試験結果

記号種別	厚さ (mm)	巾 (mm)	断面積 (mm ²)	荷重 (t)	応力 (kg/mm ²)	破断繰返し数	破断位置	疲労核発生位置
YS SM 41A	25.0	41.6	1 040	27.0	25.9	521 370	A	d
	"	42.0	1 050	29.5	28.1	255 380	A	d
	"	41.3	1 033	25.0	24.2	1 767 850	切断せず	—
	"	41.5	1 038	30.5	29.4	167 320	A	d
	"	40.9	1 023	25.5	24.9	1 276 800	C	b
	"	43.0	1 074	26.0	24.2	1 013 280	A	a
"	41.2	1 030	26.0	25.2	638 700	曲線部	b	
TS SM 41A	"	40.4	1 010	30.0	29.7	98 160	C	a
	"	39.9	998	28.0	28.1	162 540	B	b
	"	40.1	1 003	24.5	24.4	458 880	C	a
	"	40.7	1 018	24.5	24.1	1 062 810	C	a
	"	41.1	1 027	25.5	24.8	762 630	A	c
YW WEL-TEN 50A	"	41.8	1 046	32.5	31.1	533 870	B	b
	"	40.5	1 013	35.0	34.5	117 580	A	b
	"	40.3	1 008	33.5	33.2	276 820	B	c
	"	41.5	1 037	30.0	28.9	551 350	A	b
	"	41.6	1 039	26.0	25.0	1 832 630	B	b
	"	41.2	1 030	30.0	29.1	341 960	曲線部	b
	"	41.4	1 035	28.0	27.1	671 830	C	b
	"	39.7	993	29.0	29.2	501 500	B	a

注 1) 破断位置は平行部を 3 等分し、中央 1/3 を A、両側それぞれ 1/3 を B、R にかかる点を C とする。

2) 疲労核発生位置は gas cut 初め側で、角を a、表面を 3 等分し、両側 1/3 ずつを b、中央 1/3 を c、側面初め側を d とする。

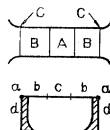
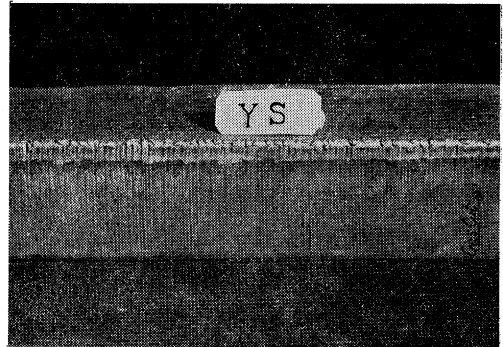
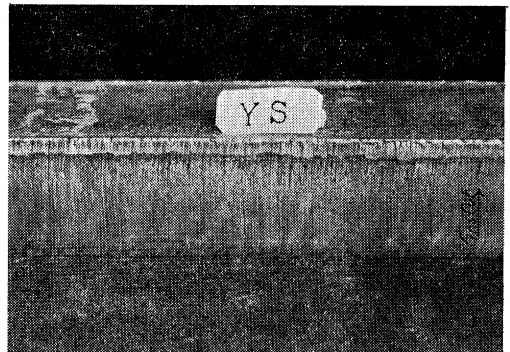


写真-1 自動ガス切断試験片切断面

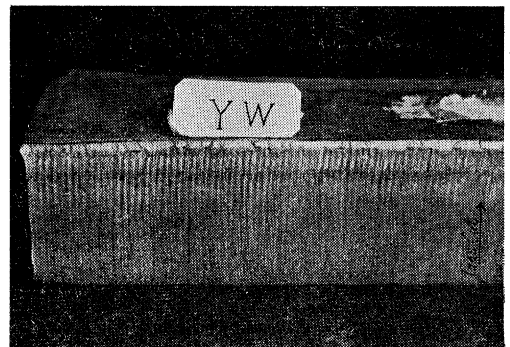
あらさの小さなもの



あらさの大きなもの



あらさの小さなもの



あらさの大きなもの

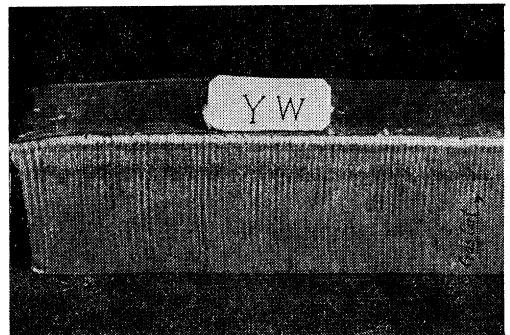


図-3 自動ガス切断試験片の SN 曲線

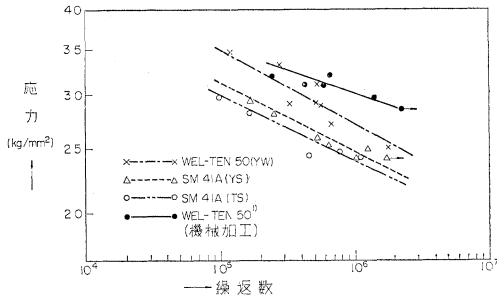
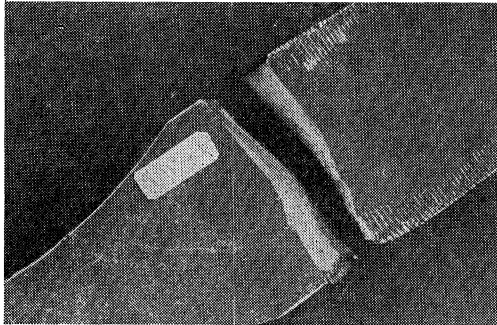
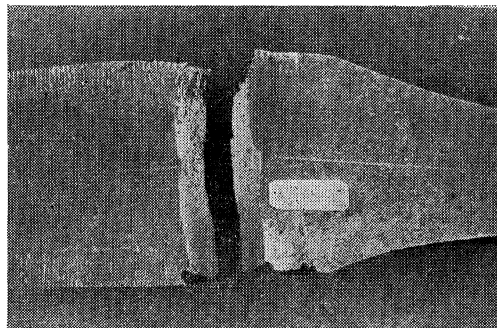


写真-2 ガス切欠のあったため、チャック部で破断した試験片
荷重 35 t, くり返し数 78 250



荷重 27 t, くり返し数 692 280



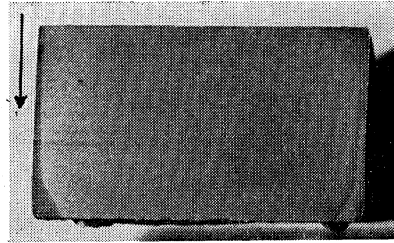
試験片破断の位置は、試験数 22 本のうち、13 本は平行部で、5 本は R 始点から、2 本が R 部中央から破断し、チャック部側縁にガス切欠があり、そこから破断したものが試験片記号 YW に 2 本あった。その 2 本の試験成績は、荷重 35 t で 78 250 回、27 t で 692 280 回で破断したもので、破断部分の断面についての応力は 20.9 kg/mm^2 および 16.1 kg/mm^2 である。表-2 および図-3 の成績には、破断位置が特殊であり、結果がいちじるしくはなれているため一緒に示していない。この結果から、自動ガス切断線におけるガス切欠の存在は、いちじるしく疲労強度を低下させるものであることがわかる。写真-2 は、ガス切欠があったためにその位置から破断した試験片の写真である。疲労核発生の位置は、いずれもガス切断表側であって裏側からのものはなかった。表側が硬度が高く、熱応力による残留引張応力

も大きいことが考えられることから想像される。

(3) 自動ガス切断面の硬さ分布

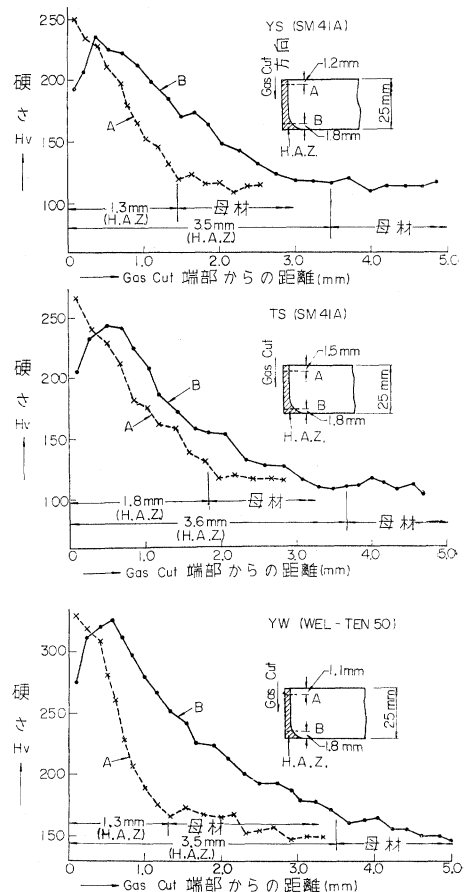
ガス切断面の熱影響部分は、ガス切断表側は 0.8~1.8 mm 程度、裏側は 3.5~4.0 mm 程度であった。ガス切断面のマクロ組織を写真-3 に示す。

写真-3 ガス切断面のマクロ組織



試験片の平行部横断面のマイクロピッカース (500 g) 硬さを図-4 に示す。切断面表面の硬さは、表側では SM 41 で Hv 250~270, WEL-TEN 50 で Hv 330 であり、裏側はそれより Hv 50~70 程度下っている。ただし、裏側は、切断面表面より 0.3~0.5 mm 入ったところが硬さの最高を示し、SM 41 ではその硬さは表側表面より Hv 15~20 程度低い値を示し、WEL-TEN 50

図-4 自動ガス切断面の硬さ分布



ではその硬さは表側表面に近い値であった。

4. むすび

本試験は、試験数も少なく、完全なものとはいえないが、試験結果からみて、良好な自動ガス切断面は、相当な疲労強度が期待できると考える。ただし、ガス切欠きの存在は、疲労強度をいちじるしく低下させるから、切断および検査に当たっては、十分な注意をはらわなければならない。

なお、この試験は、委員会より石川島播磨重工業 KK 技術研究所長 中村 素委員に依頼し、同研究所の栗山良員、神山 達両氏の手をわずらわしたことを記し、感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 小西一郎：構造用高強度鋼材を用いたリベット継手の疲れ強さについて、土木学会誌 49 巻 9 号，35 年 9 月
- 2) 大宮克巳・田島二郎：高張力ボルトを使用した継手の疲労強度，第 12 回年次学術講演会講演概要，32 年 6 月（原稿受付：1961.7.18）

豆 知 識

経済成長と鉄鋼需要

昭和 29 年秋以来、鉄鋼市況は異常な活気をみせて、めきめきのしてきたのである。昨年の粗鋼生産量は 2214 万 t で、前年にくらべると 32% の増加。しかもこの 5 年間に 2 倍，7 年間に 3 倍というすばらしい発展ぶりだ。過去 5 年間，つまり 1955 年から 1960 年に至る生産の増加は、日本 1300 万 t，ドイツ 1300 万 t，ソ連 2200 万 t，イギリス 500 万 t，フランス 500 万 t 各増，これに対しアメリカは 1600 万 t の減産となっている。さらにこれを過去 2 年，すなわち 59 年と 60 年を比較してみると、アメリカは横ばい，イギリス，フランスの増産もたいたことはないが、驚くべきことは過去 2 年間にソ連 1200 万 t，西ドイツ 1200 万 t，日本 1000 万 t の増加で年率にして 500 万 t の増産にあたり現在なおこの増強傾向はとまっていない。これは世界でも類のない飛躍であり、その結果アメリカ，ソ連，西ドイツ，イギリスに次いで，世界第 5 位を占め，フランスをついに追い抜いた。

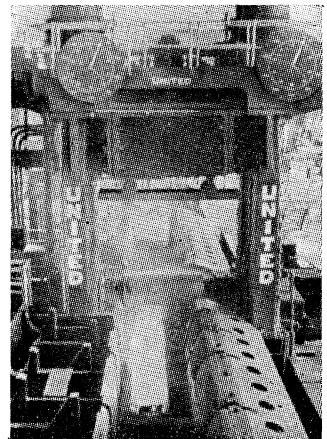
本年の生産は 2650 万 t をこえると推定され，イギリスを抜いて 4 位に進出するのも，ここ 1，2 年のうちと予想される。EEC（国連欧州経済委員会）の 1959 年次報告は 1972～1975 年には，中国を別とすれば世界 3 位になると予測している。これまでの発展は一般産業界の旺盛な設備投資，消費革命とよばれる電気器具，自動車などの耐久消費財の急速な普及が反映したものだが，需要はまだまだ伸びる。業界では 10 年後の昭和 45 年度の鉄鋼需要を現在の約 2 倍の 4800 万 t に達するとふんでいる。

最近，業界で設備投資の意欲がさかんのもこうした情勢に应ずるもので，臨海工業地帯に位置する優位な立地条件などにもとづいて，戦後は川鉄千葉をはじめ八幡製鉄戸畑，日本鋼管水江，住金と歌山と続々と新製鉄所がつくられ，また建設されつつある。さらに八幡製鉄は堺，四日市，木更津に一部進出，富士製鉄も小会社東海製鉄を設立，大分県鶴崎にも進出することになった。日本鋼管，神戸製鋼，川崎製鉄なども負けず劣らず新製鉄所の建設の計画がメジロ押しだ。こうした設備投資熱はそのすさまじさのあまり自主調整が業界の問題となっているくらいで，鉄鉱石や石炭などの，海外原料に対する購入，鋼材の

公販制など一応は協調のポーズをとって動いているものの，一皮めくれば，そこには企業間の火を噴くような闘いがくり広げられている。たんに鉄鋼だけではない。新製鉄所はいずれもコンビナートの軸たらんとしている製鉄所，石油精製所，そこから発生するガスをパイプで導く化学会社などを系列下に納めてコスト切下げをはかり，また将来鉄鋼と除々に競合しそうな金属，化学製品などへの足がかりをつくらうとする動きも目立っている。これは

輸出増大が経済成長の不可欠要因とされているときにおいて，国際競争力の上から非常に好ましい傾向といえる。鉄鋼生産の伸びはその国の経済成長率を示すバロメーターであることに思いをいたせば，欧米の消費水準に追いつくには日本の鉄鋼生産はまだまだ伸びるべきだし，また伸びる余地も残しているといえる。最近鉄鋼設備投資の膨大に対し，設備過剰にならないかという懸念から警戒論が一部にあるが，年間 200 万 t 近い銑鉄を輸入しなければならぬ現状を考えれば，もっと積極的な投資を行ない設備拡充をしてもよいであろう。国家としても鉄鋼等の基幹産業に対する重要性から，社会資本のたちおくれを現実のまま放棄することなく，港湾，工業用地，用水等にもっともっと積極的な投資を行なうべきである。もちろん実力以上の経済拡大はいずれ失敗をもたらすのであるからこの点については経済界，産業界に携るものが行政機関の関係者とともに，絶えず細心の注意をはらわねばならないことはいうまでもない。

鉄鋼の分塊圧延状況



【運輸省港湾局 城所・記】