

り JIS 4 号引張試験片を製作し、リーレ式万能引張試験機により 5% の引張り歪みを与えた後 100°C および 230°C の温度で一定時間保持後、ふたたび引張試験を行ない、各供試材の歪時効性について調査した。各供試材とも 100°C /5mn の時効処理により歪時効の生起が認められ、かつ Si キルド鋼の時効性は Si-Al キルド鋼に比し極めて高く、短時間でいちじるしい時効の進行が認められる。一方 Si-Al キルド鋼は短時間処理では時効量が低く、時間の経過と共に増大する傾向が認められるが、230°C 5 h 時効処理を行なつても Si キルド鋼の時効量よりかなり低い値を示した。

#### 4) 冷間加工と結晶粒度の異常成長性

各供試材 (焼ならし状態) について 3~40% の各段階にて冷間引抜加工を行なつた後 400~740°C の各温度で加熱を行ない、供試材のフェライト結晶粒度の粗大化現象について検討を加えた結果、各供試材とも加工率 10% よりフェライト粒度の異常成長が認められ、最も粗大となるが、それ以上の加工においては成長は減少し、30% 以上の加工のものは異常成長を起さないことが認められた。供試材間では Si キルド鋼は Si-Al キルド鋼よりも成長率がいちじるしい傾向が認められた。

#### IV. 結 言

以上の実験結果から Si-Al キルド鋼は Si キルド鋼に比し、加工硬化性、歪時効性が少なく、また冷間加工後の機械的性質もすぐれ、フェライト粒度の異常成長性も少ないことが認められ冷間成型用材として Si-Al キルド鋼は Si キルド鋼よりもはるかにすぐれていることを確認した。

669, 14, 018, 4-413=620, 184, 6=620, 172,  
(121) ボイラ用極厚鋼板の均質試験に 22  
ついで

新三菱重工業神戸造船所 6230/

工博○薄田 寛・安藤 智純

### Homogeneity Test of Heavy-Gauge Plates of Carbon-Silicon Steel for Boilers.

Dr. Hiroshi SUSUKIDA and Tomozumi ANDŌ.

#### I. 緒 言

A STMにおいては、1950年以来ボイラおよび圧力容器用圧延鋼板の一般試験方法として、均質試験 (Homogeneity test) を規定している。本法は所定の試験片を切欠部より破断させ、破断面に表われるシームまたはキャビティの大きさを板厚ごとに規制したもので、鋼板の均質性をしめす重要な試験法の一つであることは論をまたない。とくに最近では板厚の増大化がいちじるしく本試験の有用性がさらに増してきた感がある。ところが従来わが国においては、この均質試験は十分認識されず、これに関する実験も全くなされなまま関連規格にも採用されずにきている。そこで、今回ボイラ用極厚鋼板 18 枚を対象に均質試験を実施し、本試験の評価を試みるとともに、サルファープリント、超音波探傷試験を実施して、これらの結果との関係を総合的に比較検討することにした。

#### II. 試験および試験方法

試料としては、板厚 55~169mm のボイラ用鋼板 (JIS SB46B または SB49B) 16 チャージ、計 18 枚を用いた。その化学成分および機械的性質を Table 1 に示した。

各試料より鋼板の頂部側、板巾の隅部および中央部において圧延方向に直角に均質試験片を採取した。これは

Table 1. Chemical composition and mechanical properties of steels tested\*.

Steel	Thickness (mm)	Specification and heat treatment	Chemical composition (%)			Yield point (kg/mm <sup>2</sup> )	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)
			C	Si	Mn			
A 1	55	SB46B as normalized	0.25	0.25	0.65	27.3	51.4	25.1
A 2	55		0.24	0.24	0.69	28.5	52.2	24.6
A 3	69		0.24	0.28	0.79	30.3	55.2	21.0
A 4	98		0.26	0.23	0.68	30.6	52.7	26.5
A 5	98		0.25	0.27	0.76	30.2	52.1	22.0
B 1	83	SB46B normalized	0.26	0.25	0.67	31.6	53.4	33.5
B 2	83		0.26	0.25	0.67	31.0	53.6	32.5
C 1	96	SB49B as rolled	0.28	0.29	0.69	36.8	56.4	26.0
C 3	96		0.28	0.25	0.58	34.2	56.2	29.6
C 7	96		0.25	0.29	0.75	34.2	56.2	32.6
C 8	134		0.26	0.27	0.65	34.2	56.2	31.1
C 11	142		0.27	0.28	0.73	34.2	56.2	34.3
C 14	142		0.26	0.25	0.67	34.2	53.8	35.5
D 1	99		SB49B as rolled	0.28	0.24	0.65	32.8	53.9
D 2	99	0.25		0.24	0.85	38.3	58.3	32.8
D 3	150	0.26		0.26	0.85	35.8	56.2	35.6
D 4	150	0.25		0.26	0.81	34.2	55.0	33.2
D 5	169	0.25		0.26	0.81	33.8	51.3	34.7

\* Tension test specimens were normalized and stress-relieved.

Table 2. Results of homogeneity test.

Steels	Location of specimen	Homogeneity tests		Absorbed energy (kg-m/cm <sup>2</sup> )	Percent shear (%)
		Max. length of single seam (mm)	Result		
A 1	Corner	0	○	20.0	19
	Middle	5	○	18.7	17
A 2	Corner	0	○	17.5	10
	Middle	10	×	11.4	10
A 3	Corner	40	×	14.9	94
	Middle	40	×	15.2	100
A 4	Corner	7	○	37.2	83
	Middle	40	×	—	79
A 5	Corner	0	○	31.3	30
	Middle	40	×	36.5	51
B 1	Corner	0	○	32.0	19
	Middle	25	×	34.2	20
B 2	Corner	0	○	29.8	11
	Middle	25	×	47.4	72
C 1	Corner	2	○	12.4	1
	Middle	25	×	8.1	1
C 3	Corner	0	○	12.9	0.5
	Middle	15	×	11.1	0.5
C 7	Corner	0	○	22.9	3
	Middle	10	×	16.8	1
C 8	Corner	0	○	3.7	0.5
	Middle	0	○	3.7	0.5
C 11	Corner	0	○	7.6	5
	Middle	0	○	12.3	30
C 14	Corner	0	○	8.0	1.5
	Middle	3	○	10.8	3
D 1	Corner	5	○	20.8	2.5
	Middle	5	○	15.4	1
D 2	Corner	40	×	28.3	71
	Middle	40	×	26.8	48
D 3	Corner	0	○	10.1	1
	Middle	0	○	11.6	3
D 4	Corner	0	○	9.3	1.5
	Middle	0	○	14.5	3.5
D 5	Corner	0	○	12.9	3
	Middle	0	○	12.2	3.5



Corner: Percent shear 11% Middle: Percent shear 72%  
Fig. 1. Fractures of specimens B2.

試験片の採取位置の影響を比較検討するためのものであ

る。試験片はすべてその両面に深さ3.2mmのVフツチをつけ、曲げ条件を一定にして切欠曲げ試験としてもあわせ行なえるよう意図した。なお、板厚100mmをこえる鋼板に対しては、試験機の容量の関係ですべて2分割して試験した。均質試験にさきだち、各試験片の側面に対するサルファープリント試験および表面よりの超音波探傷試験を実施し、均質試験との関係を比較検討するようにした。

### III. 試験結果および考察

#### 1) 均質試験および切欠曲げ試験結果

供試鋼板18枚に対し、切欠曲げ試験をかねた均質試験を実施し、均質試験としては破断面に表われたシームの最大長さを測定してASTM規定の許容長さによりその合否を判定し、また切欠曲げ試験としては吸収エネルギー、剪断破面率、横収縮率、最大曲げ角度、最大荷重およびその時の撓みなどを測定して、その切欠靱性を評価した。その結果の一部をTable 2に示した。また例として試料B2の破断面の状況をFig. 1に示し、剪断破面率を各試料の下に併記した。以上の結果によれば

a) 18枚の供試鋼板のうち、隅部、中央部とも均質試験成績の不合格となったものが2枚検出された。このこ

とは、これらの鋼板が JIS または発電用ボイラ技術基準に規定された他の規格にはすべて合格しているだけに注目し値する事実である。

b) 隅部がよくて中央部が不良の試料は 8 枚の多きを数えたが、これは試験片採取位置の影響の大なることを示すものとする。

c) シームのいちじるしいものの中には、かえつて吸収エネルギー、剪断破面率の良好な結果を示すものが認められた。これはシームの存在が脆性亀裂の伝播の感受性をかえつて減少させる作用を有していることによるものとする。

d) 切欠靱性の観点よりみれば、A、B グループの試料は比較的高いものが多く見られたが、C、D グループは比較的低い傾向が認められた。これはとくに、焼ならしの効果が大いことによるものとする。

e) 均質試験と静的切欠曲げ試験とは同時に行なつたわけであるが、試験目的はそれぞれ異なるので、たとえ切欠靱性がよくても、いちじるしいシームを許容することはできない。シームの存在は溶接またはガス切断の際における悪影響が大であり、亀裂の発生にいちじるしく影響するものと考えられる。

2) 均質試験結果とサルファープリント試験結果との関係

各試料の均質試験片の側面につき、あらかじめサルファープリント試験を行ない、その結果を偏析のないもの、偏析やや大なるもの、それらの中間程度のものの 3 種に分類して比較し、均質試験結果との相関性を検討した。

a) 全般に板巾中央部のサルファープリントは良好とはいえず、隅部はこれより良好な結果を示した。中央部は鋼板中最も偏析し易い個所で、鋼板に本質的のものと考えられる。

b) 均質試験で不良なものは、サルファープリントも悪いものが多いが、サルファープリントの不良のもの均質試験結果は必ずしも悪くないことが認められた。ただし今回のサルファープリント結果の分類はあくまで定性的な範囲であり、均質試験結果の表示のように量的な表現でないことは、両者の相関性を究明する上に十分とはいえないようである。

3) 均質試験結果と超音波探傷試験結果との関係

各均質試験片について、鋼板表面側より全域直接法により垂直探傷を実施した。この際の使用探傷器は FD 4 型、使用周波数は 3MC、探傷感度は学振 I 型感度標準試験片 V17 の傷について  $F_4/B_4=50\%$ 、 $F_1/B_1=80\%$  を基準とした。

a) 各感度を通じ均質試験結果と欠陥反射波高値とを比べると、波高値  $F_1/B_1 > 80\%$  の均質試験成績が最も悪く、ついで  $F_1/B_1 > 50\%$ 、 $F_1/B_1 < 50\%$ 、 $F_1=0$  の順によくはなっている。

b) 超音波による傷長さ(欠陥波形の範囲)も上と同様に、傷長さが多くなるほど均質試験成績が悪くなることが認められた。

c) 欠陥反射波高値および欠陥波形の範囲のみによる分類で判然としないものについては、両者を総合してみると、均質試験成績不良のものはほとんど波高値  $F_1/B_1 > 50\%$  および傷長さ 21mm 以上の成績であつた。

d) 均質試験では断続した微細欠陥が総合されて 1 つのシームとして表われる場合もあり、低感度方式の超音波探傷では検出しにくい傾向がある。したがつて均質試験との相関性を考えると高感度方式の超音波探傷が必要となる。

#### IV. 結 言

以上の試験結果を総括するとつぎの通りである。

1) JIS または発電用ボイラ技術基準に規定された試験にすべて合格した鋼板 18 枚の中、ASTM 規定の均質試験のみが不合格となつたものが 2 枚検出された。

2) 板巾方向中央部の均質試験成績は、隅部に比べいちじるしく不良であつた。

3) 均質試験結果と静的切欠曲げ試験結果との関係は明確にすることができなかつたが、シームがいちじるしく均質試験成績不良のものの中には、かえつて切欠靱性の良好な結果を示すものが認められた。

4) 板巾方向中央部のサルファープリントは隅部に比べ劣性を示したが、均質試験結果との関係は十分明らかにすることができなかつた。

5) 均質試験で検出された欠陥と高感度方式の超音波探傷で検出された欠陥波形とはかなり密接な関係があることが認められた。

6) ASTM に規定された均質試験は鋼板の内部欠陥を定量的に検出できるもので、とくに極厚鋼板に対して必要な試験法と考える。

669.14-428-620.172.22-620.178.353  
(122) 振り異形丸鋼の疲労強度

鉄道技術研究所

62302

富田 勝信・〇渡辺 信一

Fatigue Strength of Twisted Deformed Bars.

Katsunobu TOMITA and Shinichi WATANABE.

#### I. 結 言

鉄筋コンクリート構造物の鉄筋は一般に JIS-SS 材棒鋼を用いているが、最近鋼材費を低くするために高強度でかつ大径でコンクリートとの附着力の大きな異形丸鋼が用いられるようになった。

この種高張力鉄筋の製法としては材質の成分調整による方法と、熱間圧延後常温において振りまたは引張りの冷間加工を施す方法の 2 つがある。このうち米国では前者の成分調整鉄筋が用いられ、欧州では後者の冷間加工鉄筋が広く用いられている。わが国における冷間振り加工による高張力異形鉄筋材はやつと試作の域を脱した程度で非常に遅れているわけである。

前報において JIS 型の異形丸鋼およびその圧接材の疲労試験結果を報告したが、今回は冷間捻り加工による高張力異形丸鋼(以下振り丸鋼という)について前回と同様の試験を行なつたのでその結果を報告する。

#### II. 実験試料および実験方法

試料の形状は Photo. 1 にみられるように、熱間圧延によつてとぎれた直線状につくられたリブを冷間で振り加工によつて鉄筋全表面に平等に分散させたものである。この場合試料の振りピッチは径の約 10 倍であつた。