

中, Al, N 含有量および歪時効について実験し, 考察を加えた.

参 考 文 献

- 1) 遠藤勝治郎: 鉄と鋼 (昭和 31 年 第 7 号 p. 579)

(17) 鋼板の切欠脆性に関する二, 三の考察

Some Considerations on the Notch Toughness of Steels

H. Susukida, et alius.

新三菱重工業, 神戸造船所

工〇薄田 寛・安藤 智純

I. 緒 言

一般に鋼板の板厚が増大すると造塊, 圧延および冷却効果などの冶金的因子の影響が大きく作用し, 鋼板の内外の性状が相異なることが認められている. 鋼板の切欠脆性に関しても同様に内外の相異が考えられるが, これに関する研究は断片的なものしかなく未だ充分に明らかにされていない. 近時ボイラや原子炉用压力容器等には厚さ数吋の極厚鋼板が使用される状態にあり, 特に後者では切欠靱性の優れたものが要求されている. この種極厚鋼板における切欠脆性試験法としては種々検討を要する問題が含まれるが, 板厚の特定部分より採取した試験片について実施することが多いと思われる. このような観点からも特に極厚鋼板の内外の切欠靱性を究明しておくことは必要と考えられる.

本報告は切欠靱性の観点より主として静的切欠曲げ試験により極厚鋼板の, 板厚各部の性状を比較検討すると共に本試験法の特長について二, 三の考察を行った結果をまとめたものである.

II. 試料および実験方法

試料は Table 1 に示すごとき厚さ 122 mm(A), 165 mm(B) のボイラ用圧延鋼板 (S B 46 B) 2 種を使用

した. 何れも特に試験用鋼板として製造したものの一部である.

鋼材の切欠脆性試験法としては 10 指にあまる試験法が提案されているが, この中より静的切欠曲げ試験法 (Lehigh 型) を採った. 試験片は長さ 200 mm, 巾 75 mm, 厚さ 25 mm の鋼板の中央に深さ 2 mm, 先端半径 0.25 mm の V notch を切つたもので, 採取方向, 切欠位置等を変え, 表面部, T/4 部, 中心部の板厚各部について $-60^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$ の温度範囲にて試験を行った. 試験に際しては荷重-撓み線図を記録し, 亀裂発生までおよび最大荷重前後の各吸収エネルギーを求めると共に曲げ角度, 横収縮率, 剪断破面率, 最大曲げ応力等を測定し比較検討した. なお同様の要領で V notch charpy 衝撃試験も併せ行い検討した.

III. 実験結果および考察

(1) 板厚各部の遷移温度

試料 A 群に対し圧延方向に直角でかつ板面に平行に採取した試験片につき試験温度を変えて切欠曲げ試験を行った結果の一部を示すと Fig. 1 のようである.

これらより試料 A, B 群における各種遷移温度を求め Table 2 にこれを示した.

すなわち表面部より中心部へいたるにしたがい, 常温附近では全吸収エネルギー, 横収縮率の他, 曲げ角度, 最大曲げ応力等は何れも減少したが, 剪断破面率のみは逆に増加の傾向が認められた.

延性遷移温度 (Trd) に属する Trc を比較すると表面部 \rightarrow T/4 部 \rightarrow 中心部の順に遷移温度が上昇し, Tr_{EL} も同様の傾向を示した. 破断遷移温度 (Trf) に属する $\text{Tr}_{\text{S}50}$ を比較すると上の順に遷移温度が低下し, $\text{Tr}_{\text{S}10}$ も同様の傾向を示した. すなわち板厚各部を通じて中心部は Trd が最も高く, Trf は最も低く繊維状に亀裂が伝播し易い傾向が認められた.

(2) 脆性破壊の発生と伝播一切欠曲げ試験法の特長 実測結果に基づき全吸収エネルギー (E_T) を亀裂発生

Table 1. Chemical composition and mechanical properties.

Samples	C	Si	Mn	P	S	Yield point (kg/mm ²)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)
A-S	0.25	0.18	0.66	0.018	0.023	29.2	50.9	31.8
Q	0.26	0.16	0.67	0.015	0.020	30.2	51.6	29.0
C	0.26	0.18	0.66	0.020	0.022	31.0	51.1	26.5
B-S	0.29	0.25	0.88	0.027	0.037	32.6	55.4	31.5
Q	0.30	0.25	0.87	0.032	0.038	34.5	58.3	25.0
C	0.33	0.23	0.90	0.037	0.049	37.0	59.4	24.5

S: Surface part, Q: Quarter part, C: Central part (for plate thickness)

Table 2. Notched slow bend test results.

Transition temp °C	A group			B group		
	S	Q	C	S	Q	C
Tr _{EL}	-38	-26	-5	-46	-44	-28
Tr _C	-44	-38	-26	<-50	<-50	-40
Tr _{S50}	50	28	24	4	-6	-6
Tr _{S10}	18	8	6	-6	-18	-14

Tr_{EL} = Transition temperature defined by 5 kg·m/cm² absorbed energy (°C)
 Tr_C = " " " by 1% notch root contraction (°C)
 Tr_{S50} = 50% Shear transition temperature (°C)
 Tr_{S10} = 10% " " "

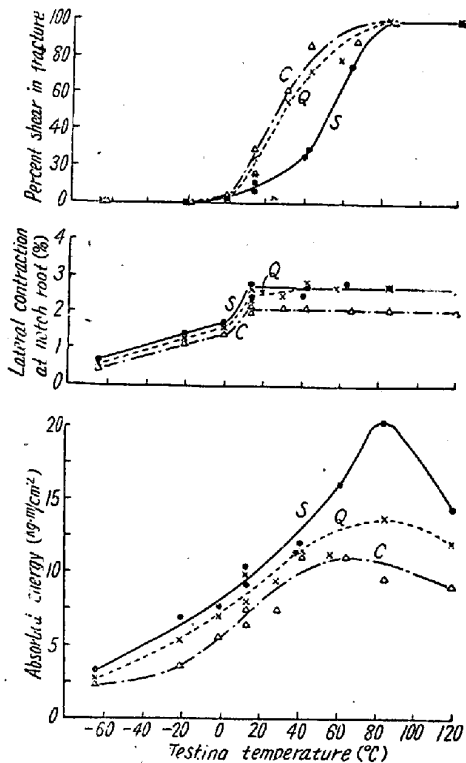


Fig. 1. Comparison of various transition curves for A group.

まで (E_C), 最大荷重まで (E_I), 最大荷重後 (E_P) の各吸収エネルギーに分析し試料A群について比較すると Fig. 2 のようである。一般に E_I は脆性破壊の発生に要するエネルギー, E_P はその伝播に要するエネルギーと近似的に分けて考えられる。E_C は肉眼的に検出された亀裂発生までの吸収エネルギーで参考求めたものである。

この結果 E_I が急に減少する温度 Tr_d は E_P が急減する温度 Tr_f よりかなり低温側にあることが確認された。また剪断破面率遷移曲線と E_P 遷移曲線とは密接な関係があり, その低下し始める温度が一致することが認められた。これは切欠曲げ試験より Tr_f を求める場合には剪断破面率曲線を用いるのが適当であることを示す

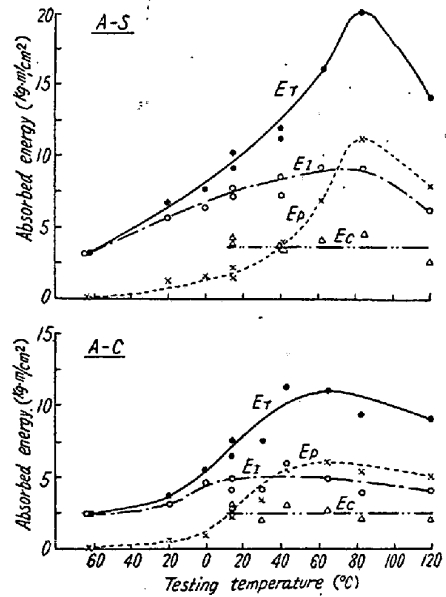


Fig. 2. Comparison of various energy-temperature curves for A group.

ものと考えられる。試験温度が低下するにつれ E_I または E_C の E_T に対する割合が増大し, 逆に E_P の E_T に対する割合が減少することも示された。なお E_C は試験温度に拘らず各試料毎にほぼ一定した値を示した。切欠先端部に発生したこの亀裂は比較的高温側では試験片が最大荷重に達し脆性破断する時より相当前に検出されるものである。一般に脆性破壊現象は亀裂の発生とその伝播の2段階に分けて考えられているが, 上の事実は亀裂発生段階をさらに微小な割れの発生とその成長の2段に分けて考察すべきことを暗示しているように考えられる。なお僅かではあるが E_C は表面部より中心部へいたるにしたがい減少している

最大曲げ応力と温度との関係からも最大応力の低下し始める温度と横収縮率の低下し始める温度は一致しており, いずれも Tr_d に関係あるものと考えられる。

以上のごとく切欠曲げ試験により脆性破壊をその発生と伝播に分けて考察し諸特性を明らかにすることが出来

た。試験の確実性と共に本法は切欠脆性試験法として有用であると考えられる。

(3) 延性遷移温度と破断遷移温度

V notch charpy 衝撃試験と切欠曲げ試験とを通じ Trd 同志および Trf 同志の間にはほぼ同様の傾向が認められたが、明確な関連性は認められなかつた。これに対し Trd, Trf 相互間には全く逆の関係が示された。この事は両者に影響する冶金的因子が必ずしも同一でないことを意味するものと考えられる。今回の供試材の中特に B 群の板厚内外は化学成分, 組織, 結晶粒度等に差異が見られた。また破面で観察された Lamination は脆性亀裂の発生と伝播に対しかなりの影響をおよぼすように思われるが、硫化物の偏析や時効性に関連した微量元素の影響などと共にさらに検討を要する問題であろう。なお板面に直角に採取した切欠曲げ試験片の破面には切欠底部に唇状延性破面が内部に偏心しているのが観察された。これも内外の性状の差に起因するものと考えられる。

IV. 結 言

以上の結果を総括すると次の通りである。

(1) 中心部は表面部に比し延性遷移温度は高く、破断遷移温度は逆に低く表われる傾向を有することが認められた。このことは両遷移温度に影響する冶金的因子の相異を示唆しているものと考えられる。

(2) 脆性破壊現象を亀裂の発生とその伝播に分けて考察し、静的切欠曲げ試験の特性を明らかにした。

(18) 高炭素クロム鋼の砂疵ならびに非金属介在物におよぼす造塊耐火物の影響について (I)

Influence of Pouring Refractories on the Formation of Macro- and Micro-Inclusions in High Carbon Chromium Steel (I)

Y. Kotani et alii.

住友金属工業, 鋼管製造所

工 谷口千之・工 田上豊助・○小谷良男

I. 結 言

鋼中の非金属介在物特に肉眼的に見える介在物, すなわち砂疵の存在は高級鋼製品の廃却原因となり, 製造上歩留低下の一大要因であることは周知の事実である。

当所においては高炭素クロム鋼がその使用条件より砂

疵および非金属介在物の規格が厳しく, これらの対策の確立が要望されており種々の試験を行なっている。

砂疵ならびに非金属介在物と造塊耐火物に関する研究は古くから行なわれ, 内外の諸文献に多数報告されているが,

- i) 砂疵の素因となる要素が数多いこと。
- ii) 検査方法, 成績判定がきわめて難しいこと。

以上の理由によつて不明の点が多く結論もまちまちのようである。

かかる見地により高炭素クロム鋼の砂疵ならびに非金属介在物減少の一環として, 適正耐火物を見出すため現在実用化している取鍋耐火物を用い, 基礎試験と実用試験を行なつた。

II. 試 験 内 容

1. 基礎試験

- i) 試験項目
 - a 鋼滓侵蝕試験
 - b 熔鋼侵蝕試験
 - c 耐火物の侵蝕と介在物の関係
- ii) 供試煉瓦の種類および諸性質 (Table 1, Table 2 に示す)

iii) 試験方法

a. 鋼滓侵蝕試験

60×60×60 mm の試験片を原煉瓦より切り取り 20φ×20 mm の孔を穿つて高炭素クロム鋼の Final slag を 7 g 入れ 1550°C ± 15°C で 2 h 保持して侵蝕率を求めた。

b. 熔鋼侵蝕試験

40φ×100 mm の煉瓦試験片を 100 kg 高周波炉で熔解した高炭素クロム鋼鋼浴 (1600°C) 中に 10 分間浸漬して侵蝕率を比較した。

c. 耐火物の侵蝕と介在物の関係

65×100×200 mm の試験片を上記炉で熔解した高炭素クロム鋼鋼浴中に 20 分間浸漬し, 浸漬後の鋼浴を 50 kg 鋼塊に鑄造し, それを 60 mm φ の丸鋼に鍛造して, 砂疵ならびに非金属介在物の検査を行つた。

2. 実用試験

i) 試験項目

- a. 丸鋼における砂疵および非金属介在物。
- b. 成品における砂疵および非金属介在物。

ii) 供試煉瓦の種類

基礎試験よりシャモットを除いた 5 種類について行つた。

iii) 試験方法

各煉瓦種別の取鍋ごとに 5Ch の受鋼を行い, 各 Ch