

Table 1. Comparison between tensile properties and Widmanstätten structure on each results of bend test.

Results of bend test	Widmanstätten structure	No. of samples	The mean values of tension test			
			Yield point (kg/mm ²)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Reduction of area (%)
Good	None	52 pieces	30.4	55.4	32.1	48.7
		11 "	30.0	55.7	31.9	48.6
Minor cracking	None	4 "	29.3	54.2	32.1	48.0
		5 "	30.6	55.5	27.7	39.4
Break-down	None	11 "	29.4	54.3	28.2	41.8
		9 "	30.7	55.4	21.9	29.2

多いことが高度の有意水準で認められた。

(6) Austenite 結晶粒度と屈曲成績との関係

両者間にはなんらの関係も認められない。

III. 組織と抗張試験値との関係

すでに本研究の第2報でのべたように屈曲試験成績は抗張試験値と密接なる関係を有することより、つぎに抗張試験値と組織との関係について検討を加えて見た。

(1) Pearlite 粒度との関係

pearlite 粒度と抗張試験値との間には相対的に明瞭なる差異は認められない。但し降伏点については細粒のものと粗粒のものとの間に有意差が認められた。すなわち細粒のものは粗粒のものに比べて降伏点はわずか高値を示すが、その差はきわめて小さい。

(2) Pearlite の粗密度との関係

上記した pearlite 内の ferrite と cementite の混合形態が密のものは粗のものに比べて、降伏点および抗張力が若干高く、伸びおよび絞りは低く出る。なおこの場合特に絞りに対する影響が比較的大である。

(3) Widmanstätten 組織との関係

Widmanstätten 組織を含まない試料と混在試料との抗張試験平均値の比較を屈曲各成績について行つた結果は Table 1 に示すごとく、(a) 屈曲良のものはその存在有無間にいずれも有意差が認められず同等の値を示しているが、(b) これに反して微小疵発生および折損など屈曲不良のものは伸びおよび絞り (%) に有意差が認められ、Widmanstätten 混在試料は含まない試料に比べてこれらの値はかなり低値を示している。この場合特に折損試料においてその差がいちじるしい。すなわち屈曲良のものは差がなく、屈曲不良の程度がいちじるしくなるに従いその影響が現われているのであつて、この点興味ある現象と思われる。なお Widmanstätten 組織混在試料の pearlite 粒度を屈曲各成績について比較して

見たところ、屈曲良のものは不良のものに比べて粒度が細かいということが危険率 2.5% で認められた。これは換言すると屈曲不良のものは良のものに比べて荒い Widmanstätten 組織を呈しているということであつて結局抗張試験値におよぼす Widmanstätten 組織の影響は、その組織が荒いかあるいは細かいかによつてその影響度を異にするといえる。

(4) 異常破面と組織との関係 (省略)

IV. 結 言

本報では鍛鋼クランクアーム材について組織と屈曲試験成績ならびに抗張試験値との関係をしらべた結果について概要のべた。その結果を要約すると、屈曲性に対しては pearlite 粒の大きさおよび Widmanstätten 組織が関係することが分つた。また抗張試験値に対しては pearlite 粒度はあまり関係なく、pearlite の粗密程度および Widmanstätten 組織が関係する。ただし Widmanstätten 組織の影響は屈曲良のものには現われず、屈曲不良のものにのみ現われていることが分つた。

(99) 鍛鋼の屈曲試験に関する研究 (V)

(屈曲性におよぼす水素の影響)

Studies on Bending Test of Forged Steels (V)

(Influence of hydrogen on bendability)

S. Onodera,

日本製鋼所室蘭製作所研究部 工 小野寺 真 作

I. 緒 言

さきにこの研究の (I) で筆者らは、伸びおよび絞りと屈曲試験成績との相関々係を統計的に明らかにしたが試験時の屈曲試験片中の水素含有量の多少を問題とせず

鋼材深部の水素脆化は周知の事実であるが、従来屈曲試験についてはあまりしらべられていないように思うので、直接屈曲試験に即して水素の影響を調査した結果を報告する。

II. 水素の偏析と供試材

大型鋼材における水素の偏析についてはさきに発表した¹⁾が、たとえば直径 200mm の炭素鋼材でも、Fig. 1

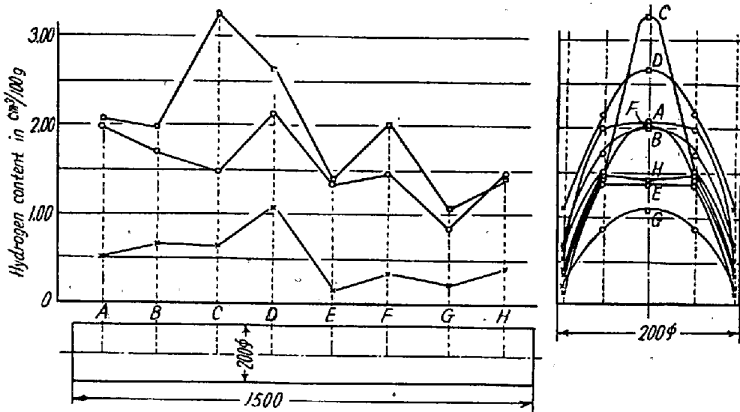


Fig. 1. Hydrogen segregation in a 0.40%C steel forging.

に示すごとく軸方向にわずか 150~200mm 程度隔たることによつて含有水素量にいちじるしい差がある。これに加えて水素の拡散は常温でもかなり速かなので、筆者らは直径 170~210mm、長さ 450~550mm の炭素鋼材軸心部より試験片を切出すことによつて、試験に必要な水素量を試験片に含有せしめ、しかも試験片切出しの際の水素の拡散放出による誤差を最小限にすることをはかった。Table 1 には供試材の化学成分と抗張試験結果を示す。

III. 試験方法

供試材は Fig. 2 のごとく軸心に直角に三つに切断

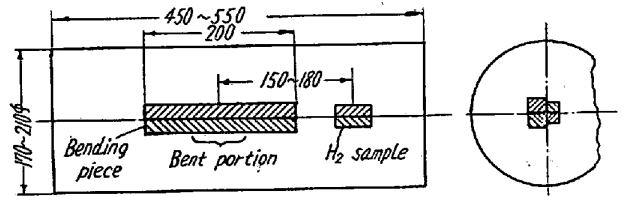


Fig. 2. Cutting of test pieces.

し、中央の切断片の軸心部より 19mm×25mm 屈曲試験片 4 本を切出し、手早く正規の寸法に仕上げの後 2 本はたぐちに曲げ (切出し後 1 時間 20 分~5 時間)、残る 2 本は 20 日間の常温放置、120°C および 200°C での適当時間加熱の後曲げる。水素の偏析を考慮して、試験はすべて 2 組 4 本の試験片についての比較試験によることとした。

屈曲試験片の切出しに続いて Fig. 2 のごとく屈曲試験片の屈曲部から 150~180mm 離れた部分から 4 個の水素試料 (ほぼ 20mm × 50mm) を切出し、切出し後ただちに水銀中に移して、水銀と置換放出する水素を捕え、約 10 日余を要して常温における水素の放出終了後学振法により 900°C で分析し、かくして両者の和によつて水素量を決定した。この水素量は偏析を考慮すれば一つの参考値であるが、各試験における 4 個の分析値がほぼ同じ値であつたことは、上述の比較試験の妥当性を支持するものといえよう。水素の放出曲線 (常温にて水銀と置換) より類推すれば、試験片切出し後屈曲までの間の逸出水素は無視し得る程度である。

IV. 試験結果の要約

前後 8 回の試験結果を要約すると、

Table 1. Chemical composition and tensile properties of specimens.

Chemical composition:

Specimen	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo
A	0.07	0.34	0.34	0.012	0.019	0.15	0.04	0.27	tr
B	0.39	0.33	0.52	0.028	0.008	0.08	0.07	0.23	0.02
C	0.31	0.29	0.50	0.019	0.014	0.09	0.05	0.23	0.02
D	0.30	0.36	0.50	0.023	0.016	0.11	0.13	0.27	0.03

Tensile properties:

Specimen	Yielding point (kg/mm ²)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Reduction of area (%)
A	25.0	41.0	41.7	69.7
B	36.0	62.7	24.0	35.8
C	33.0	55.5	32.4	56.0
D	36.0	58.2	32.3	50.9

1) 切出し直後に屈曲したものは大部分 (16本中の12本) が 48~95° で折損したが、中にはいちじるしい flaw をともないつゝ 180° まで屈曲可能のものもありこの曲つた試験片の近傍の水素量は 1.9~2.3cc/100g (この内常温で拡散せぬものは 0.4~0.6cc/100g) に達していた。

2) しかしこれらに隣接する試験片を常温放置または低温加熱してそれらの温度で拡散し得る水素を逸出せしめると、16本中の14本が完全に曲つた。例外として1組2本が 80° および 85° で折損したが、この2本の対をなす他の2本は、切出し直後の試験では 48° および 49° で折損し、その近傍の水素量は 3.0~3.8cc/100g であった。

これらの中の例外の場合は、水素の偏析と水素脆化の特性などと関連していると思われる。試験片の脱水素を行うか行うべきでないかは、屈曲試験を要求される製品の使用応力状態を考慮すれば、鍛鋼品の製造および検査に課せられた今後の問題といえるであろう。

文 献

1) 筆者: 昭和29年4月, 本会講演会にて発表

(100) 鍛鋼の屈曲試験に関する研究

(VI)

(屈曲面における塑性歪の分布)

Studies on Bending Test of Forged Steels (VI)

(Distribution of plastic strain on the bent surface)

S. Onodera.

日本製鋼所室蘭製作所研究部 工 小野寺 真 作

I. 緒 言

屈曲試験は金属材料の変形能を知るための手軽な方法

であるが、その意義についての研究は必ずしも充分ではなく、とくに曲げ方によつて成績の異なることはしばしば経験されるところである。

前報迄、筆者らは鍛鋼品の屈曲試験の際の成績判定の手掛りである折損および凸曲面の微小疵を中心として種々の観点から検討を加えたが、つぎに以上の試験の際の凸曲面上の塑性歪の分布を測定して、曲げ方の影響、微小疵の発生位置との関係などを明らかにし、抗張試験成績との関係にもおよぼうと思う。

周知のごとく屈曲試験には押曲げ法と巻付け法の二つの方法があるが、筆者らの行っているのは大部分が簡略

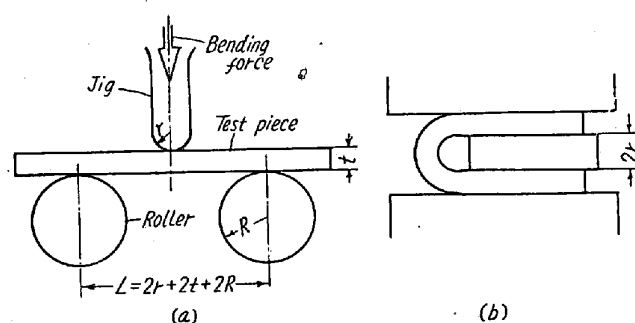


Fig. 1. Method of bending.

押曲げ法, すなわち Fig. 1 (a) で

$$L = 2r + 2t + 2R, \text{ ただし } 2R = 50 \text{ mm.}$$

とし、通り抜けたまゝで屈曲面を観察する方法である。

II. 供 試 材

供試材の化学成分および抗張ならびに屈曲試験結果を Table 1 に示す。Aは 540kg 角型鋼塊より約180mm φ に鍛造した丸棒より縦方向に試験片を切出し、Bは 3 t 丸型鋼塊より 320mm φ に鍛造した材料より切線方向に試験片を採取した。

III. 試 験 方 法

屈曲後に凸曲面となるべき面をエメリークロス 320 番迄研磨の後、罫引針で約 3mm 間隔に細く罫引し、各罫

Table 1. Chemical composition and mechanical properties of specimens.

Chemical composition:

Specimens	Sort of steel	C	Si	Mn.	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo
A	Plain C	0.31	0.29	0.50	0.019	0.014	0.09	0.05	0.23	0.02
B	Ni-Cr-Mo	0.35	0.36	0.73	0.018	0.034	1.99	0.87	0.18	0.30

Mechanical properties:

Specimens	Yielding point (kg/mm ²)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Reduction of area (%)	Bend (180°, 19R)
A	32.8	57.5	30.0	54.2	Good
B	74.0	88.6	18.4	40.6	Flaw