

(287) 鋼管の降伏強度におよぼす因子について

新日本製鐵 光製鐵所 ○ 畠山裕志 生田目裕
工博 大岡耕之

1. 緒言

電線鋼管の引張り試験片は、製管後へん平して採取するため、鋼管の降伏強度がホットコイルよりも低下する現象がみられ、この原因はパウシンガー効果によると考えられている。

そこで、中炭素鋼を対象に、鋼管の降伏強度低下現象を説明するために、製管時の円周方向の曲げ変形に類似させた「曲げと曲げ戻し」を行い、降伏強度におよぼす要因を明らかにした。

2. 方法

表1の供試材を用いて下記工程で試験片を製作した。

ホットコイル、鋼管(板厚 4.3~9.8mm)

→引張り試験片(API規格 G.L. 2")製作

→焼準(900°C×15min→空冷)

→曲げ変形→曲げ戻し変形→引張り試験

曲げ変形は凹凸治具を用いて実施した。

凹凸治具の曲げRは、109.6, 161.9, 203.2mmで、それぞれ鋼管外径の8⁵/₈, 12³/₄, 16に相当する。

焼準材と曲げ変形材との降伏強度を比較し、成分、組織、等の因子の影響について解析した。

3. 実験結果

(1)引張り強さおよび伸びは、焼準材と曲げ変形材との差はみられないが、降伏強度に関しては、パウシンガー効果により曲げ変形材の方が低くなり、強度レベルの上昇とともに低下割合が大きくなる。

(2)曲げ変形材の降伏強度($P_{0.5}$)と焼準材($H_{0.5}$)との比($P_{0.5}/H_{0.5}$)をパウシンガー係数として、降伏強度の変動を検討した結果、炭素量(C%), フェライト粒径(GF μ), 降伏点伸び(Y_{el} %)等が影響をおよぼし、次の回帰式を得た。

$$P_{0.5}/H_{0.5} = 0.2387 + 0.5641 \{ \log(GF) - 0.3132 \log(C) - 0.2665 \log(Y_{el}) \}$$

$P_{0.5}$: 曲げ変形材の降伏強度(0.5%全伸び時) $H_{0.5}$: 焼準材の上降伏点

図1に示すごとく、フェライト粒が小さいほど、炭素量が多いほど、降伏点伸びが大きいほど、パウシンガー係数が小さくなる。すなわち、これらの条件の場合、曲げ変形材は焼準材に比べて、降伏強度が低くなり、その割合が大きくなる。

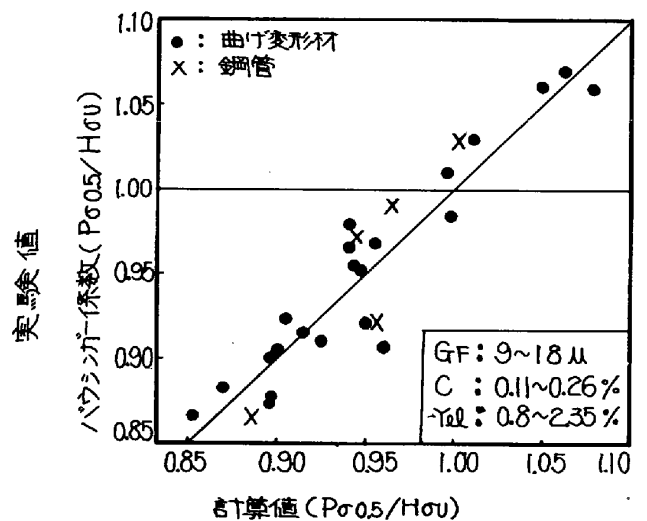
フェライト粒径による影響が最も大きい。

(3)曲げR(予歪)については、大半に変化は見られないが、フェライト粒が大きい場合、曲げRが小さくなるにしたがい加工硬化し、降伏強度の上昇がみられる。

(4)これらの要因を考慮すれば、鋼管の降伏強度の低下が図のように定量的に把握できる。

表1. 供試材

成分 (%)			引張り試験値(N/mm ²)	
C	Si	Mn	Y. S.	T. S.
0.11	0.14	0.49	28.8	43.5
~0.26	~0.33	~1.40	~52.6	~62.6
焼準材				



$$0.2387 + 0.5641 \{ \log(GF) - 0.3132 \log(C) - 0.2665 \log(Y_{el}) \}$$

図1. パウシンガー係数におよぼす各要因による影響