技 術 論 文

鋼 線 の 捩 り 加 工*

西 岡 多 三 郎**

Tasaburo Nishioka : Verdrehungsverarbeitung des Stahldrahtes. In dieser Untersuchung wurden Drähten aus vier Stählen mit Kohlenstoffgehalten von 0.16 bis 0.81 % patentiert, gezogen und sodann verdreht. Und dann wurden die mechanischen Eigenschaften dieser verdrehten Drähte geprüft. Von diesen Ergebnissen vermuteten wir, das im Fall der Verdrehung des Stahldrahtes die zwei Wirkungen sich ergeben, nämlich die Wirkung der Formänderung und die Wirkung der reinen Verdrehung. Und falls die Wirkung der Formänderung grösser als die Wirkung der reinen Verdrehung ist: Zugfestigkeit nimmt zu und Dehnung nimmt ab. Falls die Wirkung der reinen Verdrehung grösser als die Wirkung der Formänderung ist: Zugfestigkeit nimmt ab und Dehnung nimmt zu. Patentierter Stahldraht ist des ersteren Falls und Zugfestigkeit nimmt zu. Gezogener Stahldraht ist des letzteren Falls und Zugfestigkeit nimmt ab.

(Eingegangen am 21, April 1954)

I. 緒 言

各種炭素含有量の鋼線を熱処理, ならびに伸線しこれに常温捩り加工を施しこれら鋼線の機械的性質を測定した結果, 捩り加工により炭素鋼特有の性質を知ることが出来た。以下この研究結果について記述するが本研究は鋼索, 鋼線ばね, 鋼弦コンクリート用鋼線などの製造, ならびに使用の理論に有力な示唆を與えるものと思われる。

II. 実験材料と実験方法

1. 実験試料

実験試料として **Tafel 1** の如き成分の 4 種の 5.5 mm 鋼線を用い, **Tafel 2** の如き熱処理を行つた後, 各鋼線を

Tafel 1 Chemische Zusammensetzung.

Stahl	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %	Ni %	Cr %
1	0.16	0.18	0.49	0.018	0.026	0.33	0.06	0.05
2	0.43	0.21	0.57	0.029	0.026	0.13	0.05	0.08
3	0.61	0.23	0.48	0.027	0.017	0.16	0.06	0.07
4	0.81	0.28	0.36	0.027	0.017	0.01	Sp.	

Tafel 2 Wärmebehandlung.

Luftpentieren	900°×9'	Stahl 1, 2, 3, 4
Blankbleipentieren	900°×9'→500°(Pb)×100''	Stahl 3

毎回 25 % 落しにて伸線不能になるまで伸線, 各伸線試料について捩り加工を行いその性質を試験した。

2. 捩り加工

Abb. 1 の如き普通の捻回試験機を使用し, 線径の 100 倍

Abb. 1 Verdrehungsvorrichtung.

の間の永久捩りの回数をもつて捩り回数とした。この際捩り速度は 50 回/分, 荷重は試料の切斷荷重の 1 % を採つた。

III. 実験結果

Abb. 2 ~ Abb. 6 はパテンティングしたまゝの線お

Abb. 1 Stahl 1 (0.16 % C) Luftpentieren
Abb. 2 bis 6 Einfluss der Torsion auf die mechanischen Eigenschaften von Stahldraht.

よび 6 回伸線した線の捩りによる各種性質の變化を示すものである。捩りによる長さの變化 (ゲージ 100 Dmr.) は

** 帝國産業株式會社

* 1954 年 4 月本會東京大會に發表。

(1) 西岡, 鋼索の製造, (1954)。

各鋼線其焼線においては捩りとともに次第に伸び従つて線径は細くなるが、6 回引した線は次第に短くなりつゝ

力に近づく。抗張力の降下は炭素含有量の多いほど大きい。次に切斷試験時の伸（ゲージ 100 Dmr.）は焼線は捩りにより初

Abb. 3 Stahl 2 (0.43 % C) Luftpatentieren

Abb. 6 Stahl 4 (0.81 % C) Luftpatentieren.

Abb. 4 Stahl 3 (0.61 % C) Luftpatentieren.

Abb. 7 Stahl 1 (0.16 % C) Luftpatentieren.

Abb. 7 bis 10 Einfluss des Ziehens und der Torsion auf die mechanischen Eigenschaften von Stahldraht.

Abb. 5 Stahl 3 (0.61 % C) Bleipatentieren.

定値に近ずき線径は太くなる。この長さの変化は炭素含有量の多い鋼ほど大きく現われる。抗張力に關しても焼線は捩りとともに上昇し、かつ炭素含有量の少いほど上昇が大きいが、6 回引においては捩りとともに減少し一定の抗張

力に近づく。抗張力の降下は炭素含有量の多いほど大きい。次に切斷試験時の伸（ゲージ 100 Dmr.）は焼線は捩りにより初めは急に降下するが、捩り回数とともにその降下は緩かになり次第に平になる。しかしてこの降下は炭素含有量の少いほど急である。また 6 回引では高

炭素鋼線は最初増加し次に平となつて最大値を示しさらに捩るとその値は降下し全體として山形をなすが、炭素含有量が少くなればこの山形は次第に平な曲線になつて来る。絞も焼線では降下し、6 回引では上昇する傾向を持つが、捩り回数が多くなれば絞らずに切斷する。この絞りのない破面は炭素含有量が多いほど多い捩り回数で發生する。このように捩りによる性質の變化は焼線と 6 回引とでは全く逆の傾向を示す。

Abb. 7 ~ Abb. 10 は種々伸線した鋼線の捩りによる性質の變化を總括的に示したもので、太線は捩り回数 0 の場合である。捩り回数 0 の場合は抗張力は伸線とともに上昇するが特に 0~1 回伸線の間では抗張力曲線の上昇は比較的大きく 6 回伸線附近からも急に上昇をする。また伸びは

5% 落しまでで急に降下するが約 15% を越えるとほぼ一定値となり多少の増減をもつて進む。振り加工による性質

Abb. 8 Stahl 2 (0.43 % C) Luftpatientieren.

Abb. 9 Stahl 3 (0.61 % C) Luftpatientieren.

の變化は焼線あるいは伸線落し率の少ないものは落し率の多いものと逆になる。すなわち振りによる長さの變化は伸線落し率が大きくなれば、振りにより増加したものが減少するようになり、この變化する點は炭素含有量の少いほど早く、Stahl 3 では約 5%，Stahl 4 では 4% 落しにて既にかかる。抗張力も Stahl 3, 4 では 10% 落しまでで振りによる増加から減少へ變る。さらに伸びは Stahl 3, 4 では 4% 落し率までに振りによつて減少するものが増加に變り、10, 20 回位の振り、加工を與えれば振らないものに較べ高い値を示す。以上鋼線に振り加工を與えると伸線落し率の少ないものと、落し率の大きいものとは全く逆の傾向の性質を示す。そしてこの性質の變化する點は炭素含有量の多い鋼線ほど少い落し率で起る。

IV. 結果に對する考察

實驗結果より各種鋼線に振り加工を施すとその機械的性

Abb. 10 Stahl 4 (0.81 % C) Luftpatientieren.

質に大きな變化の起ることがわかつたが、振り加工すれば線の中から周邊部に到るに従ひ粒子は振られた方向に伸び周邊部で最も多く伸びている。Abb. 11 は振つた線表面の振られた方向に沿つて切斷した斜斷面で、この A, B の部分の組織を示すものが次り Photo. である。すなわち A の部分では振り回数が多いほど粒子が伸び、丁度伸線加工されたような組織を示しているが、B の部分は伸びた粒子の横斷部で従つて粒子が絞られているためその組織は細かく現われている。

Abb. 11

これらの結果より簡単に考えると鋼線を振つた場合、振りのための變形加工作用と加工を伴わない單なる振り作用が働くと考えられるが、Abb. 12 の模型圖中 (B) は線 (A) を振つた際に加工作用だけが働いた場合を表し全長は伸び線表面に描いた圖形は變形していることを示している。(C) は單なる振り作用だけが働いた場合で線表面の圖形の方向が變つただけで變形せず、また線の長さは短くなつてゐる。そして實際鋼線を振つた場合には伸線の落し率の少いほど、また炭素含有量の少いほど線は加工作用の影響を受け易く、また伸線落し率の多い線は單なる振り作用の影響を受け易い。それで焼線、あるいは伸線落し率の少い場合には鋼線は單なる振り作用より加工作用の影響を多く受けて (D) の如く振りの方向に粒子が延びるとともに中心に對して壓縮應力を生じ、線径は細くなり軸方向に伸びる。そして抗張力は上昇し、伸びは次第に減少する。しかし伸線落し率が大きくなると組織が纖維狀になり硬化して、加工作用より單なる振り作

Stahl 2 (0.43 %C) Luftpatentieren 0. Zug
Langschliff Querschliff

A B
0 Torsion

A B
20 Torsion

A B
40 Torsion

用の影響を多く受け (E) の如く捩りにより長さは短くなる。このため抗張力は減少し、伸びは上昇するがある回数以上捩ると加工がオーバーになり切斷面は絞らずに切斷し抗張力、伸び、絞り共急激に減少する。この單なる捩り作用はさながら鋼索とその撚りに似た関係を持つている。すなわち鋼索は撚りによりピッチが小になればなるほど全長は短くなり、抗張力が減少し切斷時の伸びは増加する⁽¹⁾。

Abb. 13 は捩り加工を受けた鋼線の半徑方向における抗張力の分布の一例を示すもので、上圖は加工作用による抗張力の上昇が單なる捩り作用のための幾何學的角度的變化による抗張力の減少より大きくなり従つて 2 本の曲線合成による抗張力分布、すなわちのち圖中の太實線は元の抗張力より大きくなつてゐる。また下圖は逆に加工作用による抗張力上昇が捩り作用による減少より少く、従つて合成された曲線は元の抗張力より低いことを示している。

V. 結 言

鋼線を捩つた場合には捩りに伴う加工作用と加工を伴わない單なる捩り作用とを受けるが、焼線あるいは伸線落し率の少い鋼線は單なる捩り作用より加工作用の影響を多く

Stahl 3 (0.61 %C) Luftpatentieren 6. Zug
Langschliff Querschliff

A B
0 Torsion

A B
20 Torsion

A B
40 Torsion

Photo Änderung des Gefüges durch
Verdrehung. $\times 150$

Abb. 12

受けるため捩りによる長さは伸び、抗張力は増加し、切斷時の伸びは減少する。

そして炭素含有量が少いほど、落し率が多くなるまでこの傾向を示す。これに反

Abb. 13

しある落し率以上伸線をした鋼線は繊維状組織を持つているため、加工作用より單なる捩り作用の影響を多く受け捩りによる長さは短くなり、抗張力は減少し、伸びは増加する。

終りに本研究に熱心に協力された 東 武司、安國幸雄 兩君に謝意を表したい。