

# 新鐵筋 ISTE G 鋼

青 木 楠 男

## は し が き

1925年 Wien の一技師 Ernest Hoffmann によつて考案せられた新鐵筋材 ISTE G 鋼が1928年以來、奥、獨、佛、チエツコ、英、米と順次各國の國立試驗所又は著名大學に於いて試験せられ、Saliger, Empinger, Auclair, Dixon, Stanger, Steinmann 等の諸權威によつて、其鐵筋材としての優秀さが報告せらるるに及んで、各國がこの新鐵筋材に對する設計許容強度を普通丸鋼に對するものの40~50%増、又新鐵筋使用の場合のコンクリート許容強度を15%増となすことを認めんとするに至つたことは、注目に値する問題である。

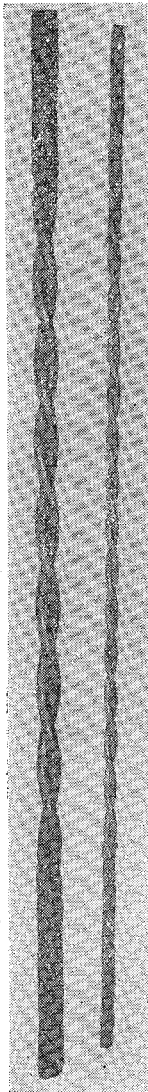
やがて本材が本邦に於ても論議せらるるの日の近いことは論をまたないのであるが、未だ ISTE G の名を耳新しく感じられる讀者の多いことと信ずる。筆者はここに、ごく小片ではあつたが昨秋入手することの出來た試料について行つた實驗の結果を報告する機會を有することを欣快とするものである。實驗結果の記述に先つて、新鐵筋材の特性並に今日まで各國で行はれた諸實驗の概略を述べて見たいと思ふ。

## I s t e g 鋼

ISTEG 鋼の名稱は Internationaler stegdecken Betonbau から採つたものだと言はれてゐる。

今極限強度 37 kg/mm<sup>2</sup> 程度の平垢鋼又はトーマス鋼よりなる 2本の丸鋼を相接して並べ、其兩端間の距離の變化せざる様固定した後、これ等を振りて雨丸鋼を捻り合せたものとする。この場合兩端固定せるが故に捻り合せられたる丸鋼の一體としての長さには變化を生ぜざるも、個々の丸鋼は振りて、捻り數により與へられたピッチ數に應じたる螺旋形を形成するのための伸びとによつて冷間加工をうけたこととなる。螺旋形をなすための長さの増加は、捻りのピッチ數、棒鋼の徑に應じ、其程度を適當に調節することが出來又自由にこれを照査することも出来るわけである。

斯く個々の棒鋼の長さには變化を生じてゐるが、捻り合せられた1組の棒鋼としての長さは不動なるが故に、2本1組としての斷面積には何等の變化が起らない筈である。即ち勝手な垂直斷面を考へた場合、其面積は原丸鋼2本の斷面積と變



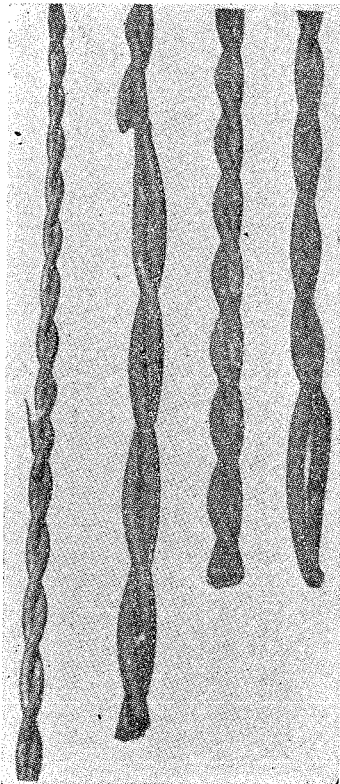
上、徑 8mm 丸鋼、 下、徑 14mm 丸鋼使用のもの、兩端は引張試験を行ふために接続せる部分なり

りはないが、只個々棒鋼の伸びによる断面の縮小に應じただけ切斷面が斜めとなり橢圓形を呈するだけのことである。

以上が ISTEГ 鋼の製作の原理であつて、其實物は第 1 圖に示すが如き、單に 2 本の丸鋼を撚り合せたものに過ぎない。然らば何如なる點にこの新鐵筋の面白さがあるか、これは先づ第一に其斷面積を變ずることなく軟鋼に冷間加工を施した點にありと云はねばならぬ。一般に軟鋼を降伏點以上に伸張し、再度の載荷をなすとき其降伏點強度は上昇する。ISTEG 鋼に於てもこの傾向は顯著に現はれ、1928 年の Vienna の工科大学に於ける試験をはじめ、各地に於ける徹底的な實驗研究の結果によると、撚り合せない原丸鋼の降伏點強度に比して 40~50% を増加することが明かにされてをる、同時に其極限強度に於ても幾分の強度増加が認められる。

鐵筋コンクリート構造物の龜裂發生が主として鐵筋の伸びによるものであることを考ふるとき、ISTEG 鋼降伏點強度の増加は、此種構造物の強度に甚大なる關係を有すべきことは想像に難くないのである、これ等に関する實驗結果につきての記述は後章に譲ることとする。

更に ISTEГ 鋼の有する特徴は其撚り作業にあつて原丸鋼の缺陷を照査しうることで、材質中に局部的



第 2 圖 撚り作業中に現はれたる丸鋼の缺陷

の弱點あれば作業にあつて龜裂を生じ、部分的に材質の不均等ある場合は振り山の間隔に不同を生じ、これによつて品質の優秀性を確保することが出来る、第2圖に示すものは振り作業中に現はれた材料の缺陷を示すものである。

次の特徴は ISTEK 鋼の表面に黒皮の附着しおらざることである、振作業により丸鋼のうくる伸びは其表面の黒皮を完全に脱落せしめ、ISTEK 鋼に於ては、丸鋼に於て屢々見受けらるる黒皮附着に原因するコンクリートへの附着力減少等の憂ひは全くなく、後述の實驗結果に示す如く其附着力は鐵筋端部の曲げを必要とせずと論ぜらるるまでに強固である。

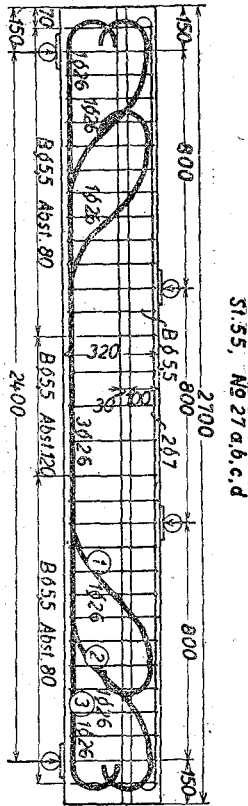
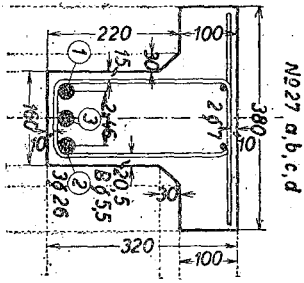
以上述べたるが如き得點が、充分に信賴しうべきものであり、且つ鐵筋コンクリート構造物として使用せられて、他に作業上の不便、或は疲勞限度の低下等の點に著しい欠點がないとするならば、ISTEK 鋼使用による鐵筋コンクリート構造物の鋼材節約量は見逃すべからざる額に達する筈である。

### Wien に 於 ける 實 驗

ISTEK 鋼が Wien の一技術者によつて考案されたものである關係上、これに關する最初の試験は Wien の Technischen Hochschule で Baliger 教授の指揮の下で行はれてをる。(Osterreichische Bauzeitung, 14 März, 1928)

この實驗をこゝに詳述することは困難であるが、其概略を述べると、實驗に使用した丸鋼は其極限強度  $36 \sim 44 \text{ kg/mm}^2$ 、直徑  $7 \sim 20 \text{ mm}$  のもので、丸鋼の振り合せには其振り山のピッチを、丸鋼直徑の  $5 \sim 20$  倍に變化して實驗を行つてをる。實驗の結果に現はれたところでは、ISTEK 鋼の強度は振りの度の増すにつれ、即ち振り山のピッチの減少するにつれて増大し、ピッチが直徑の 12.5 倍に達した時に最大強度を示してをる。

このときの ISTEG 鋼見掛けの降伏點強度は、丸鋼の降伏點強度に比して 42~53 (平均 46) % 増大し、其極限強度は 4~14 (平均 9) % 増してをる。又これが弾性係数は原材の 80% に減少し、其伸張率は 10% 程度に止まつてをる。



第 3 圖 Sliger 教授疲勞試驗用鐵筋コンクリート J 形筋 (St. 55)

Saliger 教授は更に 1930 年に St. 37, St. 48, Isteg 鋼, St. 55 (St. 80) の直徑 13 乃至 26mm の丸鋼を用いた第 3 圖に示す鐵筋コンクリート丁形筋についての疲勞試驗を行ひ、反覆荷重の、變形、龜裂、強度等に及ぼす影響を求むると共に靜荷重による彎曲試驗との比較を行つてをる。(Dauerversuche an Eisenbetonbalken mit verschiedenen Stahlbewehrungen, 1935)

この實驗に於ては其鐵筋斷面積を各種ともほぼ同一にとり、荷重は毎分 160 乃至 170 回反覆し、總回数 100 萬乃至 300 萬回、其大きさは  $\sigma_e = 2400 \text{ kg/cm}^2$  まで 4 乃至 7 階段 (或は  $2000 \text{ kg/cm}^2$  まで 1 階段) に増加せしめた、其最大荷

重は大體極限強度の 55% 程度に限定してゐる。

實驗に用ひた鐵筋の性質は第 1 表の如くである。

第 1 表 鋼材強度 (Saliger)

鋼種	降伏點 (kg/mm <sup>2</sup> )		極限強度 (kg/mm <sup>2</sup> )		伸率 (%)		縮率 (%)	冷間屈曲
	範	平均	範	平均	l=5d	l=10d		
St. 80	43.6—45.7	44.7	82.8—86.1	85.4	16.6	13.7	30.0	龜裂
St. 55	33.6—34.9	34.5	55.9—57.1	56.9	29.8	24.5	54.5	龜裂せず
"	34.1—35.5	34.9	57.6—58.0	57.9	29.6	23.5	54.6	"
St. 37	30.6—32.9	31.6	42.0—42.2	42.0	38.2	32.3	69.8	"
"	30.0—32.9	31.4	39.6—40.3	40.0	41.0	33.0	73.7	"
ISTEG	35.5—38.5	37.0	45.5—45.5	45.5				
"	39.4—32.8	36.1	44.2—45.0	44.6				
同上原材 (St. 37)	27.0—27.4	27.2	38.4—39.0	38.7	41.0	34.3	70.6	

これ等の材料の示す荷重應力曲線の代表的ものは第 4 圖の如くで、ISTEG 鋼に於ては St. 37 の如く明瞭な降伏點が認められない。第 1 表に掲げた値は全伸張が 0.3% (場合によつては 0.4% を採つてゐる) に達した時の應力である。原材料に比して其降伏點強度、並に破壊強度の増大してゐることは前掲の實驗の場合と同様であるが、其増大率は幾分低い。

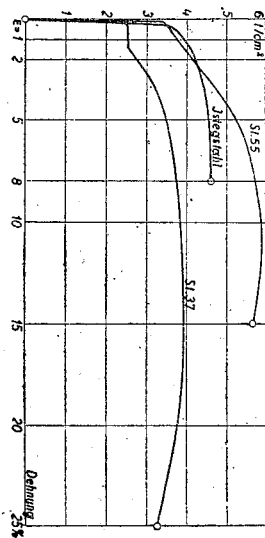
様に考へられるが、第 1 表の値が 0.3% の伸びの時の値で、0.4% のときの値を示せば前掲同様の増加率を示すものと考へられる。

今この實驗に於て ISIEEG 鋼を使用した試片に關する主なる結果を抜萃して見ると次の如くである。

一般に桁の最初の龜裂はコンクリートの引げ應力が  $50\text{kg/cm}^2$  附近に達したとき發生してをる、この時の鐵筋の應力は  $400\sim 800\text{kg/cm}^2$  で、この龜裂は疲勞試驗の間荷重の増減につれて息づいてをる。全體としての龜裂の数は、鐵筋總斷面が等しい場合は細い鐵筋を用ひた桁に於て多いが其龜裂幅は少い。龜裂の發生狀況は同一の太さの鐵筋の用ひられたものに於ては鐵筋の種類の相違による區別は認められない。

疲勞試驗に於ける荷重—撓み曲線を見るに 2 個の特異點が認められる。一つは最初の龜裂發生を示すもので、一つは鐵筋の屈伏を示すものである、而して ISIEEG 鋼使用の桁に於てこの荷重—撓み曲線の變化が少い、これは St. 37 に比して徑の少なること、弾性率 E の小なること等に基因すると論せられてをる。

破壞試驗に於ては鐵筋の伸びは 3.4%、コンクリートの壓縮は 0.6% まで測定されてをり、最大撓みが 10cm に達した



第 4 圖 荷重應力曲線

ものが多い。而して破壊試験に於ける撓みの量には其試片が豫め疲労試験荷重をうけたものであると云ふことは、全く影響を示してをらない。

破壊試験に於ては孰れの試片も其破壊は鐵筋の應力が其極限強度を超過したことによつて起つてをる。而して桁の強度には其桁が破壊荷重の 55% 以内の荷重にて數百萬回の繰返荷重をうけたことは何等の影響を及ぼしてをらぬ。即ち初めての載荷にて破壊試験の行はるる試片も、疲労試験荷重を一たんうけたる試片も同様の載荷力を示してをり、附着力、剪斷抵抗、コンクリートの壓縮強度の減少、或は鐵筋の引張強度の低下等の疲労現象は全く認めることが出来ぬ。この點は一部の論者の間に唱へらるる説と全く反對の實驗結果であつて、殊に疲労限度の問題視さるる ISTEKG 鋼にとりては極めて有利な證明であると云はねばならぬ。

ISTEKG 鋼の降伏點は第 4 圖に示した如く軟鋼の場合明確なものでなく、單に 0.4% の伸びを生じた時の應力をもつて便宜上に定めたものであるから、他の軟鋼使用のものと同じ伸びの増加と共に荷應力は増してゆく、實際破壊試験での測定では 2.9% の伸びのときに上記の降伏點に相應した鐵筋應力を示した時であつた。この明確な降伏點のないことは ISTEKG 鋼使用の桁のコンクリートが破壊時に於て St. 37, St. 55 を使用せる場合よりも其壓縮をより廣い範圍にゆつくりと増大してゆけることとなる。この點が ISTEKG 鋼使用に於ける大なる利益の一つであつて、普通の荷重の場合 ISTEKG 鋼による桁にては他の降伏の顯著なる鋼による桁よりもコンクリートの許容強度を幾分高く採ることが可能であることとなる。

(未完)