

## 新鐵筋 ISTE G 鋼 (2)

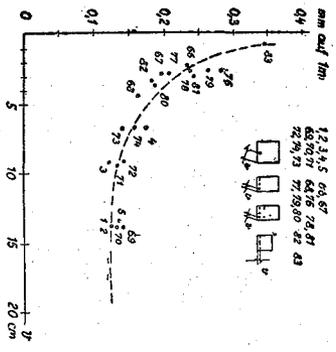
青 木 楠 男

Wien に於ける實驗で更に特記しなければぬものは Emberger 教授の鐵筋コンクリートの龜裂に關する研究である。(Die Rissfrage bei hohen Stahlspannungen und die Zulässige Blosslegung des Stahles). この實驗ではモルタルの伸び、附着力、龜裂部に於けるコンクリートの粘性現象、鐵筋コンクリート中に於ける鐵筋とコンクリートとの結合等の問題が取扱はれてゐるが、これが試片の製作に丸鋼と ISTE G 鋼とが對立して使用され、兩種の鐵筋を使用したの結果が終始比較されてゐる。

こゝに實驗の全般に亘つての再録は困難であるが、モルタルの伸びに關する實驗の結果に現はれた丸鋼と ISTE G 鋼との差異を略述することとする。

元來コンクリートの伸びが鐵筋を入れることによつて、増大されることを唱へ出したのは佛の Considère であつて、

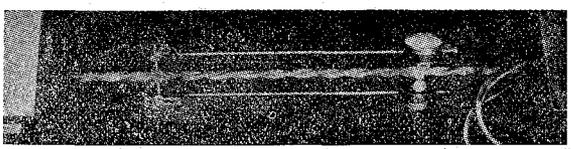
1899年の事である。この主張は當然大反對に會ひ、1904乃至1907年の間に Kleinlogel, Baoh 等の鐵筋コンクリート桁による實驗の結果から、鐵筋入りのコンクリートの伸びも本質的に無鐵筋のものと大差ないと程論されてしまつた。



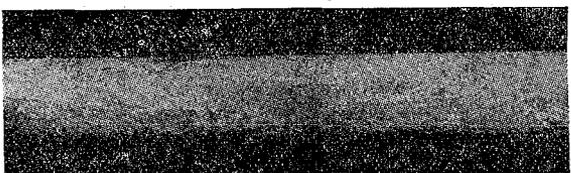
第 5 圖 コンクリートの被覆厚と伸との關係

圖表であるが、縱軸には桁の下面へ龜裂の入る直前に於けるコンクリート表面の伸びが採つてあり、横軸には鐵筋から桁の角に至るまでの距離が採つてある。これによれば被覆が厚くなれば追々無鐵筋の場合の伸び約 0.13% に近き、被覆の薄くなるにつれて伸びは増大し、この圖表にあらはれた値では被覆、1cm のときに 0.35% の伸びを示してをる。この結果から見て被覆が更に減少すれば益と伸

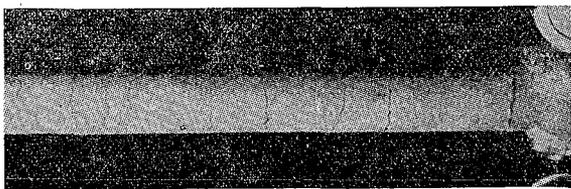
併し最近のコンクリートの伸に對する知識はこれと大分違つてをり、桁に於ける被覆の厚薄によつて其伸びに大なる相違のあることが明かにされてをる。第 5 圖は Ott Graf 教授による



第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖

びの増加することが豫想されるのである。又セメント泥を塗つた鉄筋にて、表面のセメント薄皮の伸びが2%に達することも知られてゐる。

Empinger 教授のモルタルの伸びに関する實驗はこの被覆が1cm以下となつた場合の結果を確めんとして行はれたものである。使用モルタルは配合1:2、鉄筋には丸鋼並に ISTEKG 鋼を用ひ、モルタル塗布の厚さを1cm以下とし、塗布後の鉄筋は充分の湿度を與へて養生し、收縮龜裂の發生しない様につとめてをる、第6圖は實驗装置を示したもので、實驗の結果を記せば下掲の如くである。

### 1. 丸鋼を使用せる場合

丸鋼直徑 12.8mm, 斷面積 129mm<sup>2</sup>, モルタル被覆厚 0.5~0.7mm,

第7圖は載荷應力 1200kg/cm<sup>2</sup> のときで、全面末だ龜裂を生ぜず、伸び 0.6% の狀況。

第8圖は載荷應力 2800kg/cm<sup>2</sup> にて鋼の降伏點強度を越し、最初の龜裂の生じたる狀況を示す。龜裂の間隔はほぼ直徑の1乃至2倍にあたり、握握部附近にて特に多數である。龜裂時の伸び 4.06% に達してをる。

### 2. ISTEKG 鋼を使用せる場合 2種の試験が行はれてをる。

(a) 鋼材斷面積 75.9mm<sup>2</sup>, モルタル被覆厚外部 0.55~0.75mm, 内凹部 1.0~1.5mm

第9圖は載荷應力 1800kg/cm<sup>2</sup> の狀況で、龜裂は發生してをらぬ。

第10圖は載荷應力 3800kg/cm<sup>2</sup> にて、内凹部に最初の龜裂の生じたる狀況を示す、このときの伸 4.16% である。

(b) 鋼材斷面積 74.8mm<sup>2</sup>, モルタル被覆厚外部 0.35~0.45mm, 内凹部 3.4~3.8mm

第11圖は載荷應力 1800

kg/cm<sup>2</sup>、未だ龜裂を生ぜず。

第12圖は載荷應力 3600

kg/cm<sup>2</sup>にて發生した龜裂が

相當擴大した狀況を示したも

ので、測定機の取付部の龜裂

が特に顯著であつた。

第13圖は載荷應力 4000

kg/cm<sup>2</sup>、伸び 10% に達した

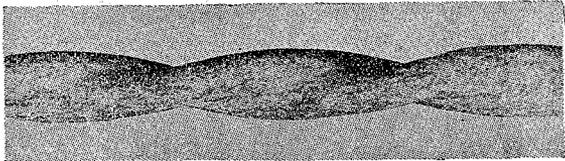
狀況である。

試片は載荷應力 4260

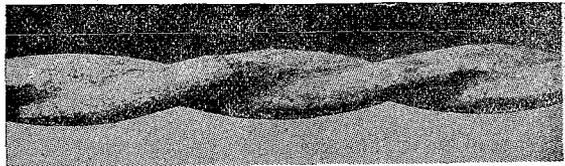
kg/cm<sup>2</sup> に達して破斷箇所

の斷面縮小が明瞭に認めらるゝ

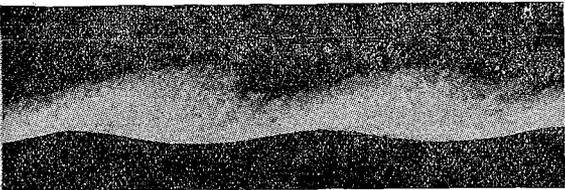
に至つた。



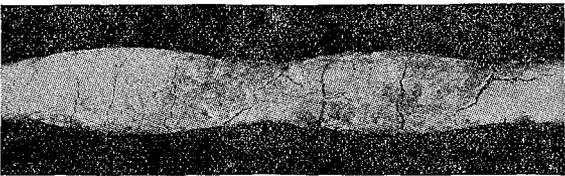
第 9 圖



第 10 圖



第 11 圖



第 12 圖



第 13 圖

上記の實驗結果に基づいて Emperger 教授は、「配合 1:2 のモルタルの相等しい被覆を鋼材に施した場合、モルタルの伸びは其儘にて 4% には達する、この量は普通のプラクティスにて要求せらるゝ量より遙かに大であり、この 4% の伸

びを生ぜしめるとき鋼材のうける引張強さは丸鋼にて 2800, ISTEIG 鋼にて 3800 $\text{kg/cm}^2$  である。又伸びを 10% に選せしめた場合と雖も、其龜裂は鋼材がごく均一な伸長をなす種類のものであるれば決して顧慮に値するほどのものではない。一般に龜裂の發生は丸鋼使用の場合が、ISTEIG 鋼使用の場合に比して遙かに速く且つ顯著である」と結論してをる。伸びの限度とモルタルの厚さとの關係は ISTEIG 鋼についての兩試驗にて明瞭で、厚い被覆を有する内凹部に先づ龜裂を發生してをる。

この鋼材の表面へ薄いモルタル被覆を施しての引張試驗は一面に於てこれ等鋼材の降伏點の決定に利用することが出来る。即ち薄被覆への龜裂發生が其伸びの大きさよりも、むしろ其不均等性に支配せらるゝこと多く、この伸の不均等性は、鋼の降伏點を越へて力のかへられた時に特に顯著となる點を利用せんとするのである。上記の實驗結果に徴するに孰れの試片に於ても約 4% に於て龜裂の發生が起つてをる。ISTEIG 鋼の製造に際しての降伏點の決定にこの 4% の全伸長を採つてをることはこの理由によるものであつて、一般に降伏點の明かでない鋼に對し 2% の伸をもつて決定してをる方法は單なる製鋼業者間の定めであつて、鐵筋コンクリート用鋼の降伏點決定法としては 4% の伸を考へることに左程の無理はないと考へる、2, 3 の圖では ISTEIG 鋼の降伏點決定に 4% の全伸の代りに 3% 殘留伸を採つてをるところもある。

### Dahlem (Berlin) 及 Dresden に於ける實驗

1932 年 4 月 Dahlem の獨逸國立材料試驗所にて ISTEIG 鋼の許容強度決定のための材質試驗が行はれてをる。使用鋼材は獨逸國産の丸鋼直徑 7, 12, 20mm の數種を用ひ、其一部は原材のまゝ、其一部は Wien に送り、振作業を行つて

ISTEG 鋼となし、試験に供してをる。

原料の試験結果は總數 23 本の市販の丸鋼の平均降伏點強度  $26.3\text{kg/mm}^2$ 、極限強度  $41.7\text{kg/mm}^2$  を示し、これに對し此等と同種の鋼材を用ひて加工製作せる ISTEG 鋼の試片 22 本について求めた見掛けの降伏點強度は  $40.0\text{kg/mm}^2$ 、極限強度は  $46.5\text{kg/mm}^2$  となつてをる。降伏強度の決定は 3% の殘留變形の生ずる應力を採つてをる。以上の成績は降伏點強度にて 52%、極限強度にて 11.5% の増大を示したることとなる。

この Dahlen の材料試験所の實驗に引きつゞき 1932 年の暮 Dresden の工業大學の材料實驗室にて鐵筋コンクリート構造物に用ひたときの ISTEG 鋼の試験を行つてをる。實驗には平版、I 型桁、空洞クイルを用ひた床版を用ひ附着力並に收縮に關する實驗が行はれてをる。

試片に用ひた鋼はすべて St. 37 で、其儘用ひた場合と同一鋼材を ISTEG 鋼に加工した場合とが比較されてをる。供試體設計に用ひた許容強度は、St. 37 を用ひた時、コンクリート、鋼材に對し夫々、40、及 1200、ISTEG 鋼を用ひた時夫々 46 及  $1800\text{kg/cm}^2$  に採つてをる。使用コンクリートは普通のもので立方形試験體にて  $225\text{kg/cm}^2$  程度の強度を有してをる。

實驗に用ひた St. 37 の降伏點並に極限強度夫々、28.8 及び  $41.2\text{kg/mm}^2$ 、伸率 32% に對し、これを用ひた ISTEG 鋼は夫々 44.6 及び  $54.4\text{kg/mm}^2$  並に 14.5% を示し、強度に於て 54 及 32% の増大となり、ISTEG 鋼の降伏點強度は其許容強度  $18\text{kg/mm}^2$  に對し、2.5 倍の強度を有することとなる。

各種試片の龜裂發生に對する安全率は ISTEG 鋼のものも丸鋼のものも殆んど同じ率を示してをる、併し桁に於ける龜

裂の分布を見るに、ISTEG 鋼使用のものは龜裂が全面に一樣に發生せるに對し、St. 37 使用のものは桁の中央部に廣幅の大龜裂を起してをる。

又 ISTEG 鋼使用の桁は丸鋼のものに比してはるかに弾性に富み、其撓みの量も遙かに大である。最初の鐵筋のにり出しの生ずるまでの支持荷重は ISTEG 鋼使用のものが、約 25% 大である。

以上 Dahlen 及 Dresden に於ける試験の結果に基き Prussia では 1933 年 2 月に ISTEG 鋼の許容強度として 1800 kg/cm<sup>2</sup> を探ることを認むるに至つた。

### London に於ける實驗

英國に於る ISTEG 鋼に関する最初の實驗は 1933 年 Mauf 氏によつて發表されたものである。B. S. S. No. 15 の規格に適合する鋼材を使用して作つた ISTEG 鋼についての強度試験で其成績は前掲の諸試験と大同小異である。

この實驗の結果に基き ISTEG 鋼に 27000% の許容強度を探るならば鐵筋コンクリート構造用の鋼材を約  $\frac{1}{3}$  節約し得べしとの聲が漸次高まつて來た。因に若し ISTEG 鋼に 27000% を許すとすると、直徑  $\frac{7}{16}$  の丸鋼 2 本を組合せた ISTEG 鋼其重量 1.022#/ のものと、許容強度 18000% の普通丸鋼直徑  $\frac{3}{4}$  其重量 1.502#/ のものとがほぼ同一強度を有すこととなる。

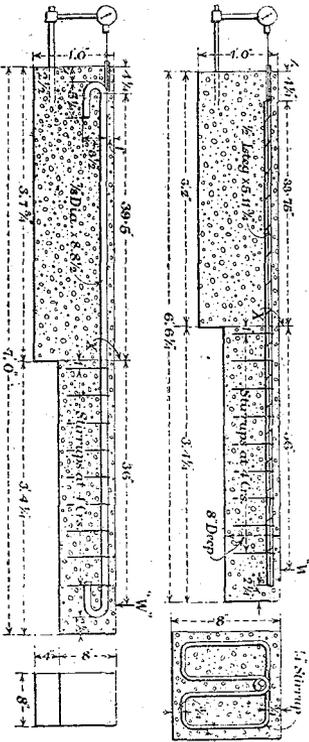
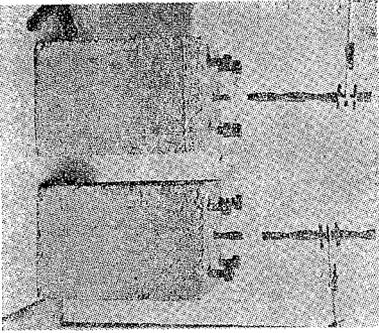
斯くの如き状態の下に 1935 年に至つて、ISTEG 鋼の實際的利用の可否を決定するため、R. H. Harry Stanger 氏の手によつて各種の實驗が行はれ、更に London County Council の技術官立會の下に大々的の實物試験が行はれるに至

つた。

以下其實験の概要を紹介したいと思ふ。

附着力試験——第14圖は附着力試験に用ひた供試體を示したものである、高さ15吋、断面10吋平方のコンクリート塊に直径  $\frac{1}{2}$  吋の丸鋼を用ひた ISTEIG 鋼を塊の高さ一杯に埋め込み、第14圖に示した位置とは逆に下向きに引張試験を行つてをる、塊に見えるポルトはこれが緊結に用ひたものである。

強度試験の結果は第14圖にて明かなることく、埋込みたる部分には何等の動きを生ぜず、ISTEIG 鋼が、兩供試體夫々、12.34 噸 (71,000 磅) 及び 12.1 噸 (69,000 磅) の荷重にて切斷してをる。この結果から算出される附着力は兩供試體夫々



第 14 圖

第 15 圖

上圖 ISTEIG 鋼使用  
下圖 丸鋼使用

587号 及 576号 以上となり、鉄筋端の曲げ上げの必要を感じしめないほどの附着力強度を發揮してをる。この實驗に用いたコンクリートは決して特別な配合のものでなく、徑  $\frac{3}{4}$  吋乃至  $\frac{1}{4}$  吋の砂利 4立方呎に、砂 2立方呎、セメント 90 封度で、材齡 8 日で實驗が行はれてをり、當時のコンクリート強度は 3,354号 である。

桁試驗——第 15 圖は桁の鉄筋としての ISTE G 鋼及丸鋼の性質を比較するために作られた供試験である。

桁の左半は固定部で斷面  $12'' \times 8''$  で肋鉄筋がない、右半は曲げ試験を行はんとする片持梁の部分で、斷面  $8'' \times 8''$ 、4'' 間隔に肋鉄筋が入れてある。

この試片で注目を要する點は上圖の ISTE G 鋼使用の供試験體では鉄筋の徑は  $\frac{1}{2}$  吋 2 本撚り、(斷面積  $0.49 \square''$ ) 其兩端は切り放しにて曲げあげてをらぬこと。下圖の丸鋼使用の桁は鉄筋徑  $\frac{3}{4}$  吋 (斷面積  $0.44 \square''$ )、其兩端は普通の工法に従ひ曲げあげてをることである。

兩供試験體とも固定部の鉄筋端に鋼線が溶接せられ、コンクリートに埋込まれた管を通じて外端に出で、ダイヤル・マイクローメーターを動かす様になつてをる。これによつて主鉄筋の這り出しを測定せんとするものである。荷重は片持梁の端部 W に加へられることになつてをる。

この實驗の結果を纏めると第 2 表及第 3 表の如くである。

この實驗の主眼とするところは片持梁の曲げの結果による主鉄筋の抜け出しを確め様とするもので、荷重は片持梁の端部に靜かに加へられ、梁が屈伏すれば、それで載荷を止めてをる。

ISTE G 鋼使用の桁について見るに、桁の屈伏するまで鉄筋の抜け出しは全然認められない、しかも其全長は  $5 \sim 11 \frac{3}{4}$

で端部には曲げあじを持たないのである。

これに對して丸鋼使用の

桁は、端部曲げあじのため  
に長 6~7" のところ全長  
8~8  $\frac{1}{2}$ " となつてをるに拘  
らず、一試片は荷重 3,400\*

に至つて鐵筋は 0.005 吋拔  
出し、更に荷重が 100\* 増  
加して抜け出しは 0.008 吋  
に増大し、桁の屈伏時には  
0.013 吋となつてをる。こ  
の時載荷點の降下は 6 吋に  
達し片持梁端部のコンクリ  
ートに龜裂剥落を起した。  
又他の一試片は屈伏時の荷

第 2 表  $\frac{1}{2}$  吋 ISPEEG 鋼使用の桁の曲げ試験成績

	"A"		"B"	
	桁 荷重 (#)	鐵筋の動き (吋)	桁 荷重 (#)	鐵筋の動き (吋)
X 點に龜裂を生じたる時の荷重 桁の屈伏荷重 鐵筋最大應力	1,900	ナシ	2,247	ナシ
	4,200	ナシ	4,100	ナシ
		69,000(%)		67,000(%)

第 3 表  $\frac{7}{8}$  吋丸鋼使用の桁の曲げ試験成績

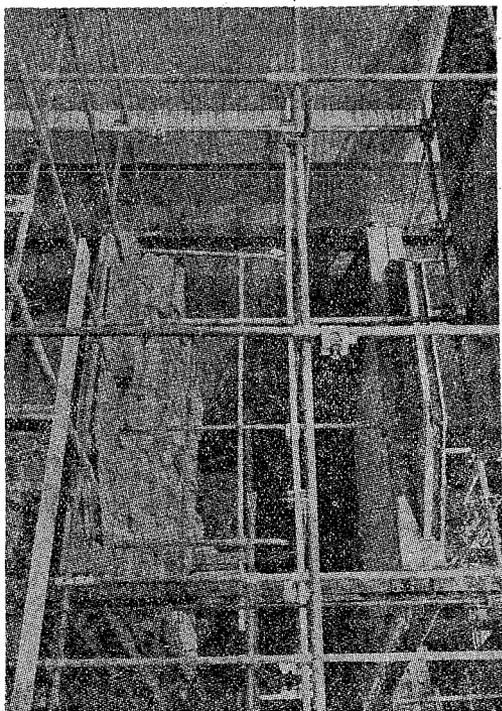
	"A"		"B"	
	桁 荷重 (#)	鐵筋の動き (吋)	桁 荷重 (#)	鐵筋の動き (吋)
X 點に龜裂を生じたる時の荷重 鐵筋の動き初めたる荷重	2,400	ナシ	2,300	ナシ
	3,400	0.005	—	—
桁の屈伏荷重 鐵筋最初の動きに對する附着力 鐵筋最大應力	3,500	0.008	—	—
	3,600	0.013	3,900	0.005
		210(%)		227(%)
		38,000(%)		41,000(%)

重 3,900\* にて鐵筋の動き 0.005 吋を示してをる。  
 兩試片について計算した鐵筋端 0.005 吋の動きに際しての附着力は 210 及び 227 封度にて、これをさきの ISTEFG 鋼の附着力試験の成績に比べると極めて低い値である。これが一つの原因は ISTEFG 鋼が其製作にあたって、黒皮を全部剝落せしめることにもあると考へられる。

最後にこの兩種試片の成績にて注目値することは、屈伏時の主鐵筋の最大應力の甚しい相違である。

Shanger 氏の實驗はこのほか T 型桁の實驗、並に ISTEFG 鋼の經濟的使用量の決定等に関するものもあるもこれ等はこれを省略して終りに、建物について行つた實物實驗の結果を略記する。

**實物試験**——この實驗は Shanger 氏指揮の下に London County Council の技術官立會の下に行はれたもので、第 16 圖が、其狀況を示したものである。圖に示されて上下 2 段の床版の中、下段床版は ISTEFG 鋼使用のもの、直徑  $\frac{11}{32}$  吋の丸鋼



第 16 圖

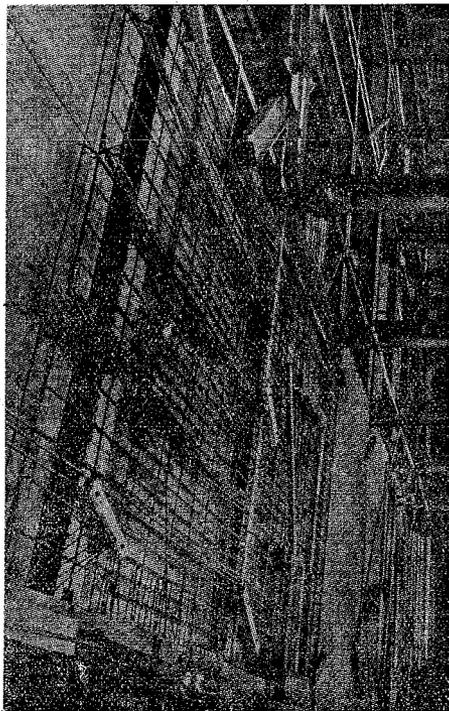
2本よりなる ISTEg 鋼が肋梁毎に 2組使用されてをる。上段床版は普通丸鋼使用のもので肋梁毎に徑  $\frac{5}{8}$  吋のものが 2本使用されてをる。

兩床版とも全く同一の寸法にて  $13' \sim 5\frac{1}{2}'' \times 13' \sim 6''$  即ち 181.4 平方呎の廣さを有してをる。

兩床版共に靜かに等布荷重を積み上げ、鐵筋の應力を ISTEg 鋼に對しては 27000%、普通丸鋼に對しては 18000% の許容應力まで達せしめた。

床版の築造に用したコンクリートは兩床版とも同一配合のものであるが、試驗の結果では、ISTEG 鋼使用の分が幾分劣つてをつた。

實驗はコンクリートの材齡 39 日で行ひ、先づ計畫試驗荷重の半ばを載せて 3 時間置き、荷重除去 17 時間の後、全荷重載荷 24 時間放置、撓みを測定し、再び荷重除去、20 時間の後殘留撓みを測定してをる。最大荷重時の撓みは ISTEg 鋼床版にて 0.049 吋、丸鋼床版にて 0.047 吋兩者殆んど同一であるに對し、荷重除去後の殘留撓みは丸鋼床版に認められず、ISTEG 鋼床版にて僅か



第 17 圖 Bank of England Building に於ける ISTEg 鋼の使用

0.003 吋だけ認められた。

この成績は ITSEEG 鋼床版が幾分劣つてをるかに見えるが、先づ大差ないと見て差し支へない、然るにこれに使用されてをる鐵筋量を見ると、ISTEG 鋼が每助梁に 0.3712□" なるに對し、丸鋼が 0.6136□" なることを考ふるとき、ITSEEG 鋼使用による鐵筋節約量の極めて大なることが認められる。

この床版は助梁の間隔 15 吋、高  $6\frac{1}{4}$  吋、幅 3 吋、助梁間の床厚  $1\frac{1}{2}$  吋である。

以上の如く英國に於ける諸實驗も又、ISTEG 鋼の鐵筋材としての優秀性を裏書きするもののみであるが、英國に於けるこれが實際上の應用の第 1 歩として Bank of England Building の一部に使用せらるゝに至つたことは、新鋼材の前途を大に明るくするものである。

第 17 圖は其實施狀況を示したもので、各主鐵筋の端部が切り放して、曲げあげてないところに、不思議な感を抱される。(未完)