

# 論 說 報 告

土木學會誌 第十六卷第四號 昭和五年四月

## 變斷面柱材の強弱試験報告

會 員 工 學 博 士 田 中 豊

Report of Tests on the Strengths of Columns with  
Variable Cross-Sections

By Yutaka Tanaka, Dr. Eng., Member.

### 内 容 梗 概

本文は最近著者の行つた、3種の同長異形の鋼柱材の試験報告であつて、特に變斷面を有する柱材の超弾性破壊強度が、各柱材に對する Euler 式から求めた當細長比 (Equivalent slenderness ratio) に依つて推算することの可能性に就て述べたものである。

### 1. 緒 言

本文は昭和4年(1929)12月から5年1月に亘り、鐵道省研究所で、著者の行つた組立鋼柱材の強弱試験の概要を報告し、併せて之れに對する著者の所見を述べんとするものである。

此の試験の第一目的は、變斷面を有する組立柱材と、均一な斷面を有する組立柱材との強度の比值を知ること、第二目的は變斷面を有する組立柱材が、超弾性破壊をする場合の強度の算定法に關する考察をし度いことである。

柱材が弾性破壊をなす場合には、一般に Euler 式で其の強度が與へられるが、超弾性破壊をなす場合には、夫れと異つた長柱式によらなければならぬ。均一斷面を有する柱材の長柱式としては既に色々の式が提案せられて居るから、或る試験によつて變斷面を有する柱材の強度と、均一斷面を有する柱材の強度との比值を知ることが出來れば、之れに依つて既知の長柱公式を變斷面柱材にも適用することが出來て、實用上多大の便益がある。従て上述の様な目的で此の試験を行つたものである。固より之れに依つて、直に全般的の結論を得んとすることは無理であるが、此の問題に關する一提案を試みんとするものである。

### 2. 試 験 材 .

試験柱材の形狀寸法は、試験機の性能、柱材の細長比、強度、製作等を考慮して、附圖第一に示す様なものとし、東京横河橋梁製作所に命じて、各種3個宛を製作せしめたものである。

其の標準寸法並に當細長比 (Equivalent slenderness ratio) は次の通りである。

各柱共通寸法

- 柱の有効長  $l = 365.8 \text{ cm}$ ,
- 總斷面積  $A_0 = 8 \times 50 \times 35 \times 4 \text{ mm} = 25.9 \text{ cm}^2$ ,
- 最大斷面二次率  $I_0 = 2554 \text{ cm}^4$ ,
- 最大環動半徑  $r_0 = \sqrt{\frac{I_0}{A_0}} = 9.94 \text{ cm}$ ,
- 均一斷面柱の細長比  $= \frac{l}{r_0} = 37$
- 其他の柱材に對する當細長比  $= \frac{l}{\sqrt{\mu \frac{I_0}{A_0}}} = \frac{l}{r_0 \sqrt{\mu}}$

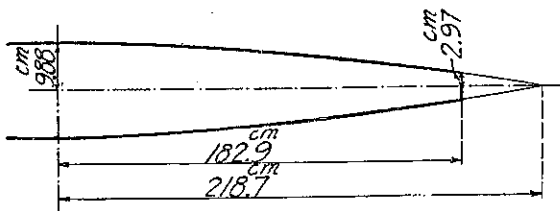
但し  $\mu$  は各柱材の Euler 式に對する係數であつて、土木學會誌第 15 卷第 3 號に發表した拙著論文 p. 12 及 p. 15 の圖表によつて求めることが出来る。

各柱材の當細長比			※	
	記號	$\frac{l}{r_0 \sqrt{\mu}}$	備考	
均一斷面柱材	$S_1 S_2 S_3$	37	—	$\mu = 1$
截頭拋物線形柱材	$A_1 A_2 A_3$	42	$\xi = 0.16$	$\mu = 0.76$
截頭菱形柱材	$B_1 B_2 B_3$	51	$\xi = 0.30$	$\mu = 0.54$

(※上記論文参照)

上表中  $\xi$  の値は次の様にして求めたものである。

第一圖 A型柱材



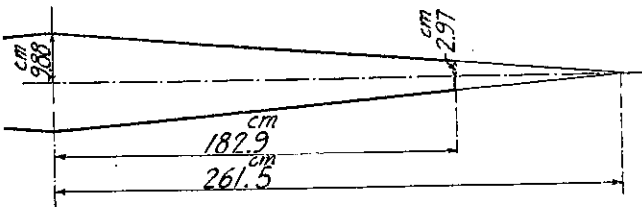
A 型柱材に對しては第一圖により

$$\xi = 1 - \frac{182.9}{218.7} = 0.16$$

B 型柱材に對しては第二圖により

$$\xi = 1 - \frac{182.9}{261.5} = 0.30$$

第二圖 B型柱材



試験柱材の製作に使用した山形鋼の厚さは、標準寸法に比して相當大きな差違があつたが、此の種の小型の山形鋼に於ては、公差上已むを得ないものとして、之を採用した。(第一表参照)

### 3. 試験の結果

試験機としては、米國 Olsen 會社作製 200 噸直立萬型能試験機を使用したか、其の他に柱

材山形鋼の變形を測定する爲 Berry の應力計を使用した。之れに依つて柱が成るべく偏荷重を受けない様に注意した。試験材の中、 $S_1 A_1 B_1$  の3個は、其の兩端を鉋支承とし、其の他のものは、更に其の下端を球面支承とした。

試験の結果、各柱材の極強並に其の比值は第一表の通りである。

第一表 試験柱の極強

試験材記號	$S_1$	$A_1$	$B_1$	$S_2$	$A_2$	$B_2$	$S_3$	$A_3$	$B_3$
極強(噸)	69.4	66.4	62.3	74.2	70.0	65.7	81.0	76.9	73.2
比值	1 : 0.96 : 0.90			1 : 0.94 : 0.89			1 : 0.95 : 0.90		
山形鋼の平均厚さ(mm)	4.1	4.2	4.1	4.2	4.1	4.2	4.4	4.4	4.4

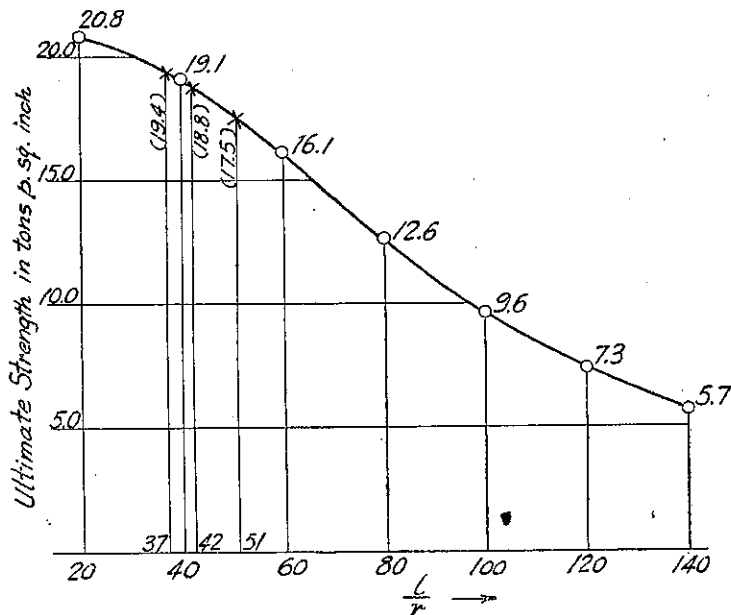
之れに依つて3種の相異つた柱材の強度の比は約1:0.95:0.90なることがわかる。

柱材の代表的破壊状態、並にそれ等に對する兩側弦材の平均應力強度曲線は附圖第二乃至第四に示す通りである。

#### 4. 試験柱材の強度の比值の吟味並に結語

本試験に使用した柱材が、其の長さ、總斷面積、最大環動半徑が同等で、且つ材質も同等なものであると假定せられて居る以上、夫れ等の強度の比值を吟味する一方法として、各柱材

第三圖



の當細長比を使用して、二三の周知の長柱公式による強度の比值を求めて見る。

(1) Tetmajer (1896) の St. 38 に對する直線式

$$\sigma_K = 3.1 - 0.0114 \frac{l}{r}$$

但し  $\sigma_K =$  極強應力強度 (t/cm<sup>2</sup>)

(2) T. C. Fidler (英) が其の著 A Practical Treatise on Bridge Construction に與へて居る rounded ends を有する mild steel の長柱の極強應力強度 (第三圖参照)

(3) 鐵道省現行鋼鐵道橋設計方書(昭和3年3月)の長柱に對する許容應力の直線式

$$\sigma = 1200 - 5 \frac{l}{r} \text{ kg/cm}^2$$

本式は前二項のものと異り、許容應力に對する一公式であつて、且つ鐵道省では本式の適用範圍を  $40 \leq \frac{l}{r} \leq 100$  に制限して居るものであるが、元來本式は約3の安全率を有せしむる考へで定められたものであるから、此の場合の様に、柱材の極強の比值を算定する場合に使用しても差支ないと考へられるのである。

今上記3種の算法によつて、各當細長比に對する柱材の極強比值を求めて見ると次の如くである。

第二表 柱材強度の比值

柱材記號	$\frac{l}{r}$ (當細長比)	(1) Tetmajer	(2) Fidler	(3) I.G.R.	試験の結果 (平均)
S	37	1.00	1.00	1.00	1.00
A	42	0.98	0.97	0.97	0.95
B	51	0.94	0.90	0.91	0.90

之れに依つて見ると、當細長比を用ひて均一斷面を有する柱材の強度に對する比值を推算して大差ないことがわかる。

柱材の強弱に關して、E. H. Salmon が其の著 Columns, 1920, London (p.128) に於て Sommerfeld の意を徴して、Euler 式が一柱材の強弱判定上の目標たるべきことを特記して居るが、自分は上記の結果に徴し、理論的に求められた Euler 式より誘導した當細長比によつて、變斷面を有する柱材が超彈性破壊をなす場合の極強を推算することの可能性を認め、其の意味に於て之れに賛意を表するものである。

終りに本試験をなすに當つて助力された、工學士立花次郎君、技手窪田吾郎君、泰龍人君等に對し、特に感謝の意を表するものである。

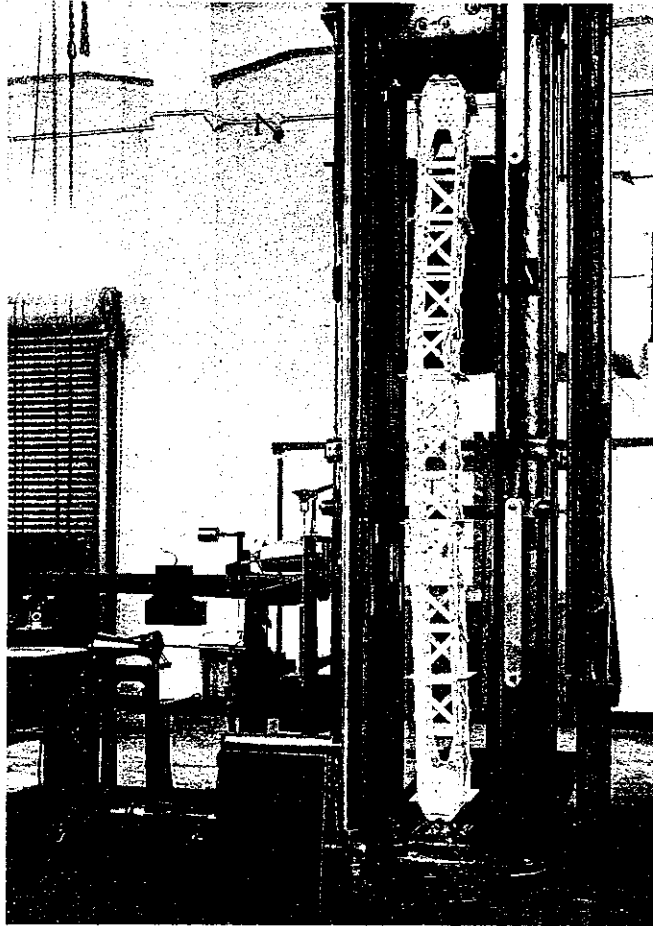
(5. 4. 7)

(完)



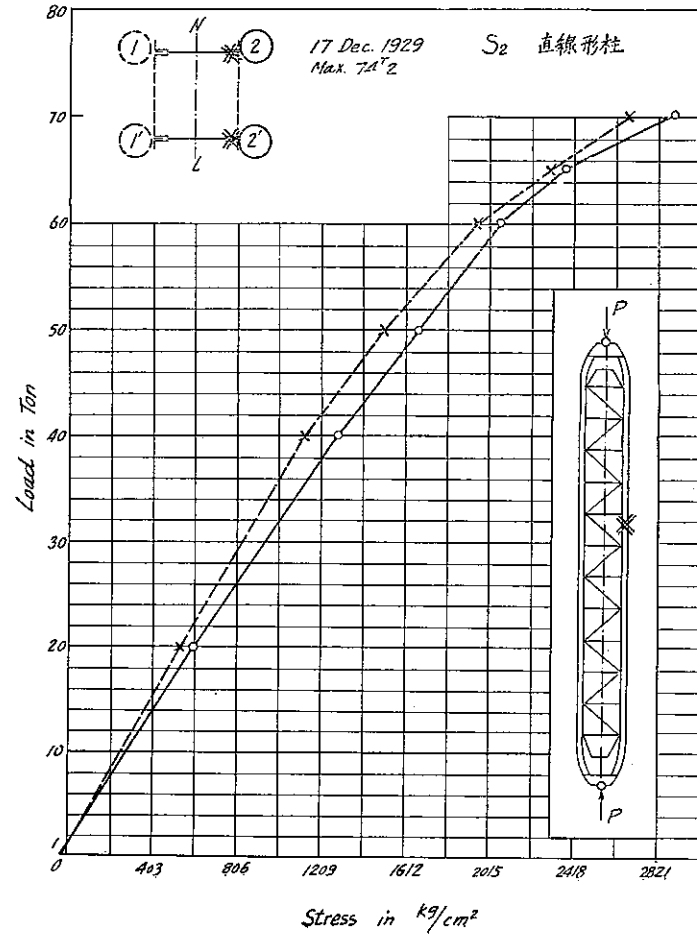
附圖第二 均一断面を有する試験柱材(S<sub>2</sub>)の破壊

其 一



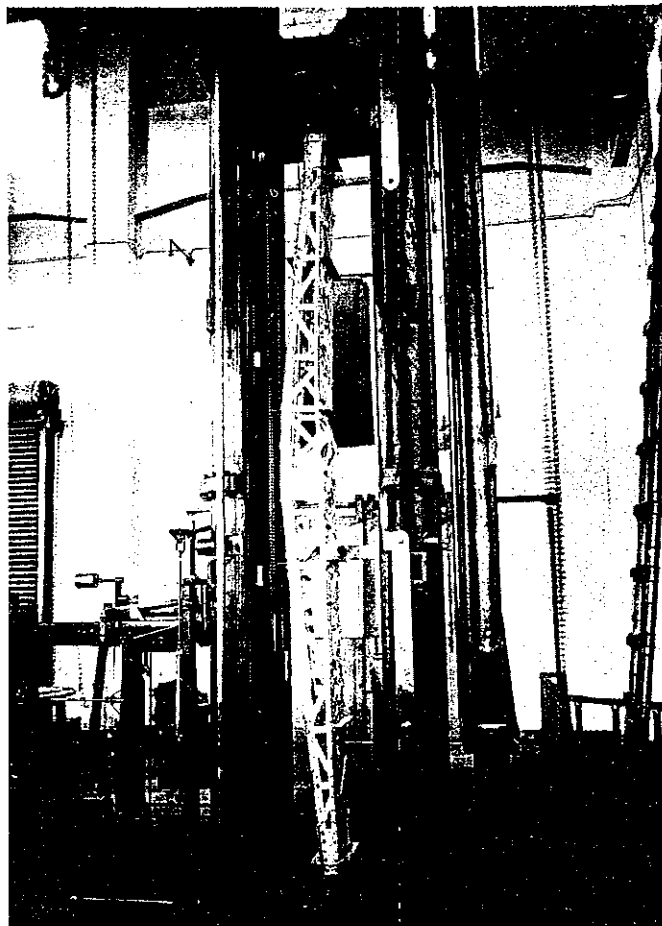
(土木学会誌第十六卷第四號附圖)

其 二

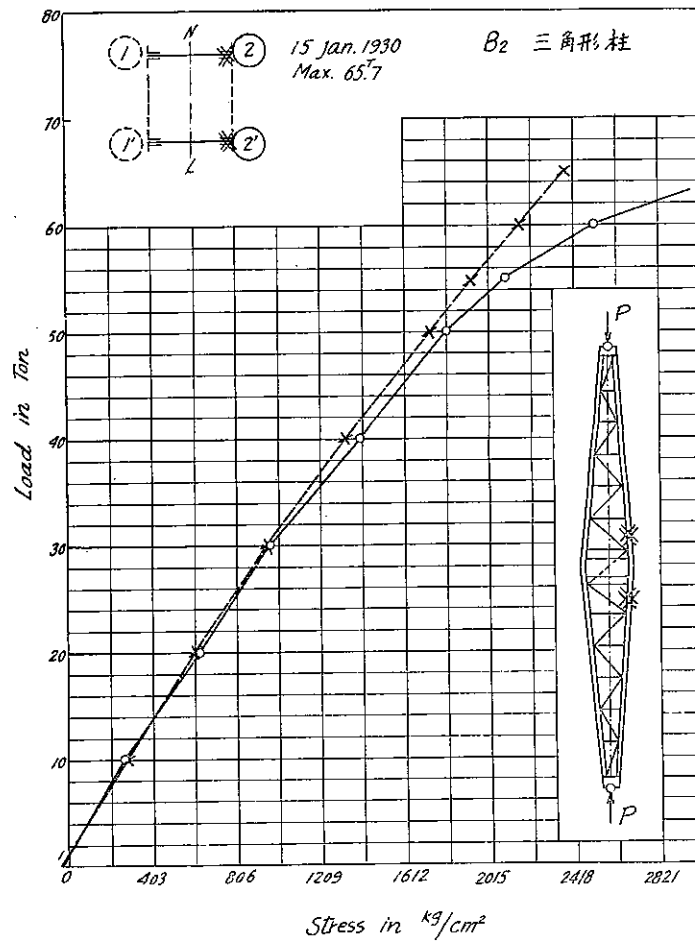


附圖第三 截頭菱形試驗柱材(B<sub>2</sub>)の破壊

其 一

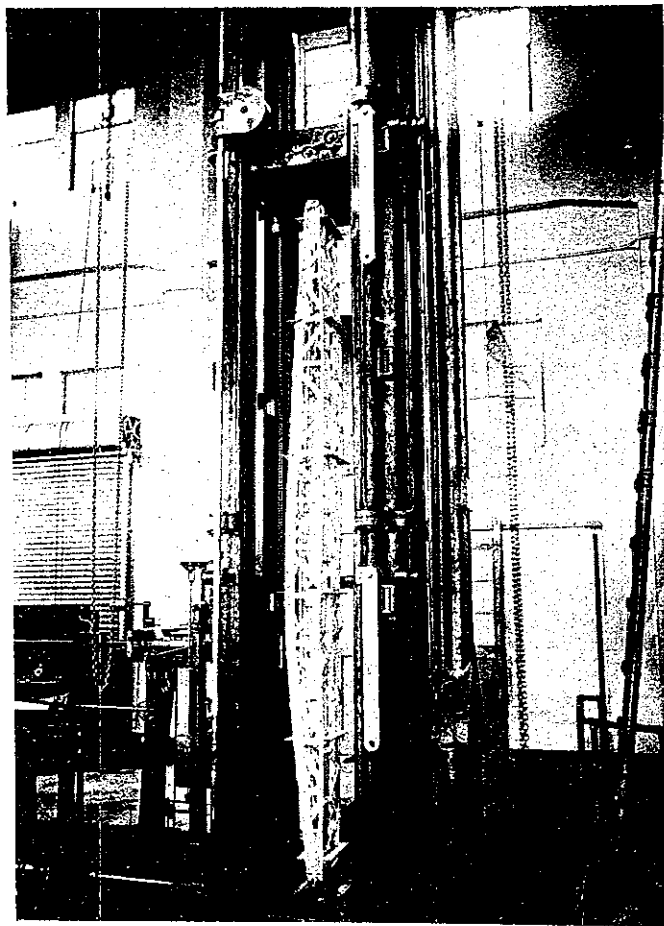


其 二



附圖第四 截頭拋物線形試驗柱材(A<sub>3</sub>)の破壊

其 一



(土木學會誌第十六卷第四號附圖)

其 二

