

古板桁強弱試驗報告

(第五卷第三號所載)

著者 會員 工學士 山 本 信 要

嚮ニ土木學會誌第五卷第三號ニ於テ報告シタル古板桁強弱試驗ニ關シ細密ナル批判ヲ賜リタル坂岡工學博士ニ對シ著者ハ深ク其ノ好意ヲ謝スルト共ニ多大ノ敬意ヲ表スルモノナリ

今博士カ列舉セラレタル各項目ニ亘リ著者ノ卑見ヲ述ヘ併セテ博士ノ高教ヲ仰カントス

撓度

(一)博士ハ第一表ニヨリ荷重ノ初メニ當リ D_1 ハ $9\frac{11}{32}$ D_3 ハ $1\frac{11}{4}$ 永久撓度ヲ示セルカ如シト推測セラレタリ然レトモ第一表ハ基線ヨリ測リタル撓度指示圖ノ縱距ヲ示スモノニシテ最初未タ載荷セサル時撓度ノ指針ハ既ニ基線ヨリ D_1 ニ於テハ $9\frac{11}{32}$ D_3 ニ於テハ $1\frac{11}{4}$ ノ縱距ヲ示シタルモノナリ而シテ D_1 ニ於テハ荷重三十噸ニ至ル迄 D_3 ニ於テハ荷重十五噸ニ至ル迄何等ノ永久撓度ヲ示ササリシモノニシテ著者ノ所謂永久撓度ナルモノハ例ヘハ D_3 ニ於テ荷重二十噸ニ對シ $1\frac{11}{4}$ (二倍擴大)ノ永久撓度ヲ示シタルカ如キヲ意味スルモノナリ著者ハ茲ニ著者カ第一表ノ作製ニ當リ周到ナル注意ヲ怠リシタメ遂ニ讀者ヲシテ此ノ如キ疑惑ヲ起サシメタルノ罪ヲ謝スルモノニシテ博士ノ疑念モ之ニヨリテ水

解セラレタルモノト信ス

(二)博士ノ所說ノ如ク三十五噸以上ノ荷重ハ一噸宛ヲ加ヘ以テ永久撓度ヲ見ルノ舉ニ出ツルハ最モ望マシキモノニシテ本試驗ニ於テモ最初其ノ計畫ナリシニモ拘ハラズ其ノ豫行試驗ニ際シ水壓計指針ノ動搖甚シキタメカカル微妙ナル測定ノ

到底望ムヘカラサルヲ知り遂ニ之ヲ斷念スルノ止ムナキニ至レルハ實ニ遺憾トスル所ナリ

(三)博士ハ荷重ヲ加フルニ當リ刀刃形 (Knife edge) ノ加壓片ヲ用フルコトヲ推賞セラレタリ思フニ博士ノ所論ヲ以テスレハ加壓片ノミナラス更ニ進ンテ兩支端ニ於ケル支承片ヲモ刀刃形タラシメンコトヲ主張セラルルモノノ如シ然レトモ刀刃形加壓片ヲ用フルノ結果ハ荷重ヲ極メテ小ナル面積ニ集中セシメ爲ニ桁ノ突縁ハ其ノ加力點ニ於テ荷重ノ支壓ニ堪ヘス此處ニ局部的破壊 (Local failure) ヲ起スノ虞アリ是レ本試験ノ目的トスル所ニ非サルヲ以テ本試験ニ於テハ加壓片及支承片ノ大サハ是等ノ點ニ集中セラルル力ニ對シ綴釘カ局部的破壊ヲ起ササル程度ノ寸法タラシメタルナリ

(四)著者ハ δ_0 即チ剪斷力ニ因ル撓度ノ公式ヲ
$$\frac{1}{4} \cdot \frac{Pl}{(7A_w)}$$
 トセリ然ルニ博士ハゆーいんぐ氏及はどそん氏ノ著書ヲ引用シ

其ノ係數ノ $\frac{3}{10}$ ナルヘキヲ主張セラレタリ然レトモ係數 $\frac{3}{10}$ ハ矩形斷面ヲ有スル桁ニ適用スヘキモノニシテ桁ノ斷面カ工字形ナル場合ハ其ノ係數ハ $\frac{1}{4}$ ヲ可トスルコト博士ノ特ニ示サレタルゆーいんぐ氏ノ著書ニモ明ナル所ニシテ博士ノ主張カ果シテ如何ナル根據ニ基ケルモノナルヤ著者之ヲ知ルニ苦シム

然レトモ係數 $\frac{1}{4}$ ハ或ル假定ニヨリテ得タル近似値ニ過キササルヲ以テ著者ハ此ノ係數ニ關シ左ニ今少シク精密ナル檢算ヲ試ミン

本試験ニ於ケルカ如ク桁ノ全長ヲ通シテ同一斷面ヲ有スル桁ノ中央ニ載荷シタル場合其ノ中央ニ於ケル應剪力ニ因ル撓度 δ_0 ハ次ノ式ニヨリテ與ヘラル

$$\delta_0 = \frac{Pl}{4GI^2} \int_{-\frac{l}{2}}^{\frac{l}{2}} \frac{Q^2}{b} dy = \frac{Pl}{4GA_w} \cdot \frac{A_w}{I^2} \int_{-\frac{l}{2}}^{\frac{l}{2}} \frac{Q^2}{b} dy = k \frac{Pl}{GA_w}$$

$$k = \frac{A_w}{4I^2} \int_{-\frac{l}{2}}^{\frac{l}{2}} \frac{Q^2}{b} dy, \quad P = \text{荷重(定數)}, \quad l = \text{徑間(定數)}$$

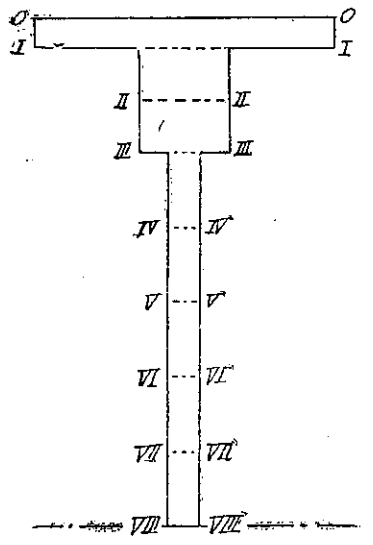
Q = 應剪力 = 對スル彈性係數(定數), A_w = 腹板ノ斷面積(定數)

$I =$ 断面ノ物量力率(定數), $h =$ 桁ノ高さ(定數)

$Q =$ 桁ノ断面ニ於テ中軸線ヨリヨリナル距離ニアル中軸線ニ平行ナル線ノ上ニアル部分ノ中軸線ノ周リノ
断面能率(變數)

$b =$ 桁断面ノ厚サ(變數), $h =$ 係數

今 $\int_{-b/2}^{b/2} Q^2 dy$ ヲ求メンカテメ桁ノ断面ヲ左ノ如ク數多ノ部分ニ分チ其ノ各部分ニ就キテ $\int_{-b/2}^{b/2} Q^2 dy$ ヲ計算シ之ヲ合計ス
レハ左ノ如シ



| | ΔA cm ² | y cm | Q cm ³ |
|----------|-------------------------------|-----------|------------------------|
| 0-I | 17 | 32.5 | 552,300 |
| I-II | 10.5 | 30.25 | 317,625 |
| II-III | 10.5 | 26.75 | 280,875 |
| III-IV | 5 | 22.5 | 112,500 |
| IV-V | 5 | 17.5 | 87,500 |
| V-VI | 5 | 12.5 | 62,500 |
| VI-VII | 5 | 7.5 | 37,500 |
| VII-VIII | 5 | 2.5 | 12,500 |

| | Q cm ³ | Q^2 cm ⁶ | q cm | $\frac{Q^2}{b}$ cm ⁵ | Δy cm | $\frac{Q^2}{b} \Delta y$ cm ⁵ |
|----|------------------------|--------------------------|-----------|------------------------------------|------------------|---|
| 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 1 | 8,978 |
| I | 525,300 | 305,256 | 17 | 17,956 | 3.5 | 619,719 |
| II | 870,125 | 757,118 | 3 | 252,373 | 3.5 | 1,214,453 |

| | Q cm ³ | Q^2 cm ⁶ | b cm | $\frac{Q^2}{b}$ cm ⁵ | Δy cm | $\frac{Q^2}{b} \Delta y$ cm ⁶ |
|------|------------------------|--------------------------|-----------|------------------------------------|------------------|---|
| III | 1,151,000 | 1,324,801 | 3 | 441,600 | | |
| IV | 1,263,500 | 1,596,432 | 1 | 1,324,801 | 5 | 7,303,083 |
| V | 1,351,000 | 1,825,201 | 1 | 1,825,201 | 5 | 8,554,083 |
| VI | 1,413,500 | 1,997,982 | 1 | 1,997,982 | 5 | 9,557,958 |
| VII | 1,451,000 | 2,105,401 | 1 | 2,105,401 | 5 | 10,258,458 |
| VIII | 1,463,500 | 2,144,832 | 1 | 2,144,832 | 5 | 10,618,083 |
| 計 | | | | | | 48,134,815 |

$$\therefore \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \frac{Q^2}{b} dy = 2 \times 48,134,815 = 96,269,630 \text{ cm}^6$$

而シテ

$$A_w = 66 \text{ cm}^2, \quad I = 80,618 \text{ cm}^4, \quad I^2 = 6,499,261,924 \text{ cm}^8$$

$$\therefore k = \frac{66 \times 96,269,630}{4 \times 6,499,261,924} = 0.2444$$

即チ係數ハ $\frac{3}{10}$ ヨリモ $\frac{1}{4}$ ヲ可トスルヲ知ル

(五) 理論上ノ公式ニ於テ補剛材ノ影響カ加味セラレ居ラサルハ明ナリ而シテ之ヲ加味シタル公式カ未タ發見セラレサル以上著者カ補剛材ノ影響ヲ無視シタル現行公式ニ據リタルハ亦止ムヲ得サルニ出テシモノナリ況ンヤ補剛材ハ一般ニ腹鉸ノ剛度ヲ増スモノト考ヘラレ之カタメニ突縁ノ變長ニ著シキ影響ヲ及ホスモノト見ル能ハサルニ於テヲヤ

(六) 剪斷力ニ因ル撓度ハ一般ニ極メテ小ナルモノナレトモ本試驗ニ於テハ荷重力桁ノ中央一點ニ加ヘラルルタメ桁ノ全長ヲ通シ剪斷力ハ比較的大ナル値ヲ保持シ普通實際ノ場合ニ於ケルカ如ク荷重力數箇所ニ分配セララルモノトハ多少越ヲ異ニシ從テ其ノ影響モ比較的小ナラサルモノアルヘシト考ヘラレサルニ非ス而モ桁ノ腹部薄弱ナル工字形桁ニ於テ其ノ

徑間ニ比シ桁ノ高サノ比較的小ナラサル本試験ノ如キ場合ニ於テハ剪斷力ニ因ル撓度ヲ考察スルノ必要アルコトゆゑ
んぐ氏モソノ著書ニ於テ主張セル所ナリ

次ニ桁ハ第二圖ニ示シタル如ク四箇所ニ於テ連續的ニ支持セラルルタメ桁ノ自重ニ因ル中央ノ彎曲線維應力ハ荷重ニ因
ルモノニ比シ甚小ナルヲ以テ之ヲ看過シタリ而シテ撓度ニ於テハ本試験ノ場合自重ニヨリテ荷重ノ方向ニ生スル撓度ハ
零ナルヲ以テ全ク之ヲ考察セサリキ

突縁ノ變長

(一) 第三表ニ於テ「短縮」トアルハ「伸長」ノ誤ニシテ活字ノ誤植ナリ

(二) 突縁ノ變長カ實際ト理論トノ間ニ甚シキ相違アルコトニ關シテハ著者ハ未タ適切ナル解釋ヲ得サルヲ遺憾トス博士カ
此ノ點ニ關シテモ其ノ所見ヲ述ヘラレシハ大ニ感謝スル所ナレトモ著者ハ博士ノ所說ニ對シ未タ遽ニ贊同シ能ハサルナ
リば「教授カ其ノ著「材料ノ彈性及抗力」ニ於テ述フル所ハ種々ノ實驗ニ於テ抗屈強ハ抗張強又ハ抗壓強ニ勝ルコト一倍
半乃至二倍半ニ達シ普通ノ彎曲公式ヨリ算出サレタル彎曲線維應力カ實際起レル應力ニ比シ非常ニ大ナルヘキヲ說ケル
モノナレトモ未タ彈性係數カ抗屈強ノ場合ニ於テ抗張強又ハ抗壓強ノ場合ニ勝ルコト一倍半乃至二倍半ナリトハ言及シ
居ラサルカ如シ而シテ著者ハてとまいや「教授ノ行ヒタル注意深キ實驗ノ結果カ寧ロ博士ノ所說ヲ裏切レルモノアルヲ
思フモノナリ即チ其ノ實驗ノ結果鋼又ハ鐵ノ鈹桁ニ於テ桁トシテ得ラレタル彈性係數ハ其ノ桁ノ各部ヨリ取リタル試験
片ニヨリテ得ラレタルモノニ比シ稍々小ニシテ鋼ニ於テハ $E \parallel 28,000,000 \text{ #/sq. in.}$ 鐵ニ於テハ $E \parallel 26,000,000 \text{ #/sq. in.}$ ヲ示セリ

傾斜變長

傾斜變長ノ測定ニ於テ著者ノ取リタル測長カ桁ノ中軸線ノ上下ニ跨レルハ博士ノ推測セラルル所ノ如シ然レトモ之カタ
メ「其ノ測長ハ張力範圍ニアル部分ハ張力ヲ受ケ壓力範圍ニアル部分ハ壓力ヲ受クルカ故ニ正負相反スルノ結果其ノ全
長ニテ相殺シタル殘餘ヲ讀高ニ示スニ止マリテ實際ノ張力變長又ハ壓力變長ヲ與ヘス」ト主張セラルル博士ノ所論ニ至

リテハ著者ハ之ヲ了解スル能ハス重ネテ博士ノ高教ヲ仰ク所ナリ

次ニ著者カ $\frac{SQ}{IT}$ ヲ以テ腹板ニ於ケル「最大傾斜應力」トシタルハ「最大應剪力」ノ意味ナリシナリ而シテ普通補剛材ノ間隔ヲ定ムルニ當リ腹板ハ中軸線ノ上下共其ノ傾斜全長(桁ノ縱軸ト四十五度ノ傾斜ヲナス)ヲ通シ中軸線ニ於ケル主應力(Principal stress)(即チ博士ノ示サレタル最大傾斜應力ノ式ニ於テ $\theta = 45^\circ$ ト置キタルモノニ相當シ其ノ値ハ最大應剪力ニ等シ)ヲ受クルモノト假定セララルヲ以テ本試驗ニ於テハ比較の長キ測長ヲ桁ノ縱軸ト四十五度ノ傾斜ヲナス線ニ沿ヒ殆ト腹板ノ全幅ニ跨ラシメ之ニ現ハレタル變長ヨリ應力ヲ算出シ之ト最大應剪力トヲ比較シ以テ實際ト假定トノ對照ヲ試ミタルニ過キス

桁ノ破壊

f_c ナル許容應力ノ計算ニ於テ著者カ突縁ノ彎曲長ヲ支間ノ半分ニ取リタル理由ハ桁ノ破壊シタル状態ヲ見ルニ上突縁ハ恰モ S 字形ニ彎曲シ其ノ全支間ハ中央載荷點ニヨリテ二個ノ彎曲長ニ分割セラレタルカ故ナリ是レ載荷點ニ於テ突縁ト加壓片トノ間ニ大ナル壓力アルタメ彎曲ニ際シ其ノ點ノ移動ヲ妨害シ恰モ固定點ノ如キ作用ヲナシタルナリ (完)