

板ヲ張ル鐵棒ノ下端ハ河床ニ設ケタル受沓ニ支持セラレ更ニ鐵鏈ニ依リ橋床上ニ据付ケタル捲揚機ニ聯絡シ其捲揚ケニ依リテ堰ヲ開放ス即出水ニ會シ捲揚機ヲ運轉スレハ棒ハ其上端ヲ軸トシテ廻轉シ水平位置ニ至リテ床下ニ横ハル該型可動堰ハ工費稍大ナルモ河幅並ニ落差ノ大小河床ノ性質等ニ對シ自在ニ適應シ得ルヲ以テ可動堰トシテハ最モ完全ナルモノトス

運河ノ水位 運河ハ適度ノ給水ニ依リテ其水位ヲ所要ノ高サニ維持セサル可カラス西部即イリ
 一 地方ハ概ネ河川ヲ利用セルヲ以テ只渴水期ニ所要水量ヲ供給ス可ク所々ニ小貯水池ヲ設ケタルノミ然レトモ運河ノ最高點タル Rome 地方ニ於テハ水ハ常ニ東西ニ向テ流失スルヲ以テ此處ニ
 二 大貯水池ヲ築キ以テ給水ヲ全ウス其一ハ Delta 貯水池ニシテ高一〇〇呎延長一、一〇〇呎ノ堰堤ヲ以テ三〇億萬個ノ水ヲ湛ヘ他ノ一ハ Hencky 貯水池ニシテ高八二呎延長三七〇〇呎ノ堰ヲ築キ三五億萬個ノ貯水ヲナス

新運河ノ價值 舊いりり運河ニアリテはいりり湖ヲ發シテはどそん河ニ至ラントセハ八乃至一〇日餘ノ時日ヲ要セシモ新運河ニ於テハ之レヲ六日ニ短縮シ尙其ノ閘門ハ近キ將來ニ於テ出現ス可ク豫想セラル、長一五〇呎幅二〇乃至二二呎ノ大河船ヲモ同時ニ四隻ヲ通過セシメ得更ニ大湖水上ノ汽船ニシテ長三〇〇呎幅員四四呎以内ノモノハ該運河ニ依リテ直ニ紐育港ニ達セシメ得可シ尙諸設備ハ貨物年額一千万噸ノ取扱ヲ標準トシテ之ヲ計畫セリ(完)

桁ノ斷面ニ於ケル應扭力

(Concrete and Constructional Engineering, March 1916)

桁ノ斷面ニ於ケル扭力 (Torsion) ノ一般ノ問題並ニ其ノ特別ナル應用トシテ平面圖ニ見テ曲線ヲ

ナセル桁ニ於ケルモノハ Gibson, Ritchie 兩氏ノ實驗的ノ研究アリテ The Circular-arc Bow-girder ニ精述ナサレタリ今茲ニ此ノ實驗ノ主要ナル結果及ヒ突窓 (Bay Window) ヲ支持スル桁ノ最大應力ノ計算ニ付キ其ノ應用ヲ記述セントス先ツ最初ニ注意セサル可ラサルハ應力ハ斷面ノ中心ヨリノ距離ト共ニ變化スルテフ通常ノ扭力公式ハ只實質アル及ヒ空虚ナル圓斷面ニノミ應用シ能フトノ事ニシテ此事タルヤ平面ヲナセル斷面ハ扭力ヲ受ケタル後ト雖モ平面ナリトノ假定ニ基クモノニシテ此ハ前記以外ノ斷面ニハ適用シ能ハサル所ノモノナリ今吾人ハ先ツ扭力率 T 既知ニシテ平面ニ見テ曲線ヲナス桁ノ場合ニ於テナス如ク構造物ノ彎曲セル形狀ニ無關係ナル場合ニ付キテ説明セン

工形桁 工形斷面ニ於テ扭力ニヨル最大應力ハ腹 (Web) ノ中央ニ生シ突縁 (Flange) ノ兩端ニ於テ零ナリ Bach 教授ハ工形鉛桁ヲ以テ實驗ナセル結果其ノ拆裂ハ常ニ腹ノ中央ニ於テ生スルモノナル事ヲ知り次ノ公式ヲ與ヘタリ

此處ニ於テ

$$\text{最大應力(每平方吋對度)} = \frac{4.5T}{Ab} \dots \dots \dots (1)$$

T = 扭力率(吋對度)

A = 總斷面積(平方吋)

b = 腹厚(吋)

又氏ハ同様ナル公式ヲ鑄鐵工形斷面ニモ與ヘタリ (Elasticität und Festigkeit, p. 329 參照) 又工形斷面ノ扭彎曲 (Torsional deflection) ニツキ實驗ヲナシ斷面ノ有效極惰率ハ殆ント次式ニ依ルモノナル事ヲ見出セリ

$$T_r = \frac{A^2}{60} \dots \dots \dots (2)$$

然ルニ此者ハ断面ノ強度ヲ與フルモノニ非スシテ此式ヲ得ルニ當リ氏等ハ空虚ナラサル矩形断面ニ對スル Anteuville 公式ニ依リ只腹ノ強度ヲノミ考慮セリ此公式ニヨレハ最大應力ハ中立線ニテ生シ次式ニ依リテ與ヘラル

$$\text{最大應力(每方吋封度)} = \frac{5.14T}{Z_p} \dots \dots \dots (3)$$

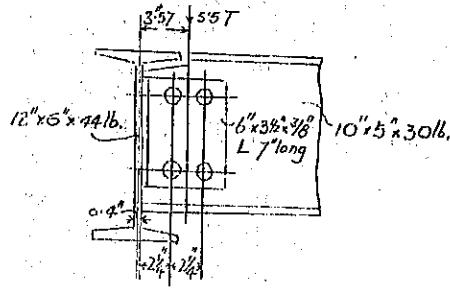
此處ニテ

Z_p = 断面ノ高サ(吋)
 f = 断面ノ厚サ(吋)

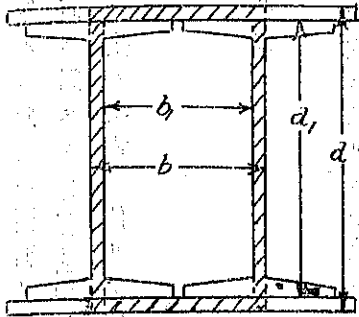
此式ニ依リ $8\frac{1}{2} \times 5\frac{1}{2}$ ナル桁ニ對スル實驗ニヨレバ Bach 公式(1)ニヨク符合スルカ故ニ此問題ニ關シ他ノ教示ナキ限リハ此公式ヲ用フ可キナリト雖モ吾人ハ工形断面ノ扭力ニ對スル強度ニ關シ猶多クノ研究ノ發表サルハ事ノ速ヤカナラン事ヲ望ンテ止マサルナリ猶他ノ一ツノ重要ナル事項ハ腹ト突縁トノ接合部ニ於ケル應力ニシテ其點ニハ桁ノ作用ニ基ク正應力(Normal stress)ノ著シキモノ材料中ニ存在スヘキナリ依ツテ吾人ハ此點ニ於ケル應力ノ計算ニ對シ腹ノ中央ニ於ケル應力ノ二分ノ一カ存在スルモノナリト假定ス

例題 今此等ノ結果ヲ實際上屢遭遇スヘキ場合ニ對シ應用セントス即チ $12\frac{1}{2} \times 6\frac{1}{2}$ ノ断面ヲ有シ重量一呎ニ付キ四十四封度ナル工形桁ノ徑間十二呎ナルモノヲ取ル而シテ此桁ハ其中央ニ $10\frac{1}{2} \times 5\frac{1}{2}$ ノ断面ヲ有シ重量一呎ニツキ三十封度ナル工形桁ヲ有スルモノトナシ第一圖ニ示スカ如キ結合部ヲ通シ五噸ナル荷重ヲ傳送スルモノトス

四十四封度ニテ $12\frac{1}{2} \times 6\frac{1}{2}$ ナル工形桁ノ斷面積ハ一二九四平方吋ニシテ腹厚ハ〇四吋ナリ五五噸ナル荷重ハ $12\frac{1}{2} \times 6\frac{1}{2}$ ナル工形桁ノ中心線ヨリ三五七吋ヲ距テタル距離ニ於テ傳ヘラルハモノニシテ扭力率ノ二分ノ一カ接合部ノ各側ニ至ルモノトス



第一圖



第二圖

$$\therefore 12'' \times 6'' \text{ 工形桁ニ於ケル扭力率} = \frac{5.5 \times 3.57}{2} = 9.8 \text{ 噸}$$

$$\therefore \text{Bach 氏公式ニヨリ}$$

$$\text{腹ニ於ケル最大應扭力 (Max. torsion stress)}$$

$$= \frac{4.5T}{Ab}$$

$$= \frac{4.5 \times 9.8}{12.94 \times 0.4} = 8.5 \text{ 噸/平方吋}$$

直應剪力(腹ニ等シク分配スルモノト假定ス)

$$= \frac{5.5}{2 \times 0.4 \times 10.5} = 0.66 \text{ 噸/平方吋}$$

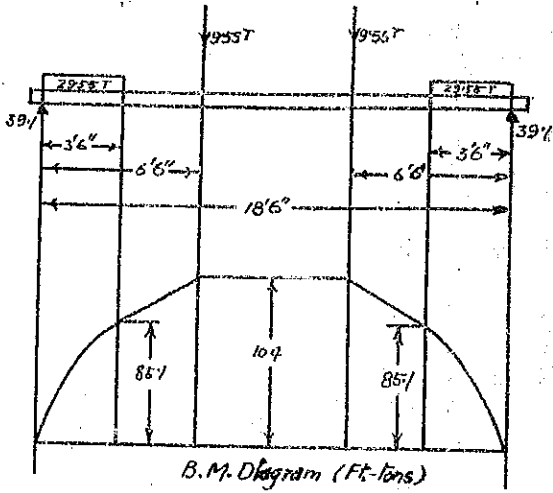
\therefore 腹ノ中心ニ於ケル合成應剪力 = 9.1 噸/平方吋

集成桁 (Compound beams) 及函桁 (Box girders) 鐵ヲ其ノ上部ト下部トニ釘鍛セル二個ノ工形桁ヨリ成ル集成桁ノ抗扭強 (Torsional strength) ハ明カニ知ラレスト雖モ其ノ突起セル部分ノ抗扭強ヲ増加ナサシムル事ノ僅カナル事ハ知ラル依ツテ Gibson, Ritchie 兩氏ハ第二圖ニ示スカ如ク其ノ断面ヲ空虚ナル矩形断面ナリト考フヘシト言ヘリ

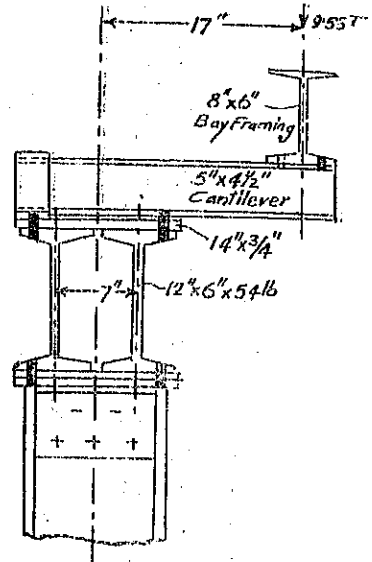
Anthoneth ノ理論ニヨレバ腹及突縁ニ沿ヘル應扭力曲線ハ拋線ニシテ最大應力ハ腹及突縁ノ中央ニ在リ

$$\therefore \text{腹ニ於ケル最大應扭力} = \frac{36T}{Ab^2(1+\gamma^2) - 2\gamma^4} \dots \dots (4)$$

参考資料 桁ノ断面ニ於ケル應扭力



第四圖



第三圖

此處ニテ

$$r = \frac{I}{b}$$

此等ノ公式ニ於テ桁ノ中央ヨリ計リタル内外距離ノ比ハ常數ナリト假定セリト雖モ實際ニハ斯カル場合稀有ナリ然レトモ其ノ結果ニ於テ大差ナシ

例題 此種ノ計算ノ一例トシテ第三圖ニ示ス如ク突窓ヲ支持スル鋼工ノ重量ヲ扭力荷重トシテ有スル集成桁ヲ取ラン此ノ集成桁ニ來ル荷重ノ有様ハ第四圖ニ示シタリ各柱ヨリ突窓框ニ來ル荷重ハ九五五噸ニシテ集成桁ノ中心線ヨリ一七吋ノ距離ニ在リ

∴ $T = 17 \times 9.55 = 162$ 時噸

此ニ相當セル函桁断面 $2(12 \times 0.5) + 2(\frac{3}{4} \times 7.5) \times 4$ ノ價ハ 23.2 平方吋ナリ

∴ 腹ニ於ケル最大應扭力

$$r = \frac{6.5}{7.5} = 0.867$$

$$\frac{36}{7(1+r^2) - 2r^2} = \frac{36}{11.1} = 3.24$$

$$= \frac{1162 \times 3.24}{23.2 \times 7.5} \quad (4) \text{式ニヨリ}$$

三十一

542

$$= 3 \text{ 噸/平方吋} \dots \dots \dots (6)$$

$$\text{突縁ニ於ケル最大應扭力} = \frac{3 \times 7.5}{12}$$

$$= 1.87 \text{ 噸/平方吋} \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{反力} = 39.1 \text{ 噸}$$

$$\therefore \text{腹面積} = 2 \times 0.5 \times 10.5 = 10.5 \text{ 平方吋}$$

$$\text{桁ノ一端ニ於ケル直應剪力} = \frac{39.1}{10.5} = 3.72 \text{ 噸/平方吋}$$

$$\therefore \text{桁ノ一端ニ於ケル合成應剪力} = 3 + 3.72 = 6.7 \text{ 噸/平方吋}$$

故ニ吾人カ今考慮セル理論ニ依リハ合成應剪力ハ桁ノ端ニテ最大トナル次ニ控架 (Chamber) ノ來ル所ノ點ニ於ケル扭力ト彎曲率トニ基ク合成應力ヲ考フルニ此等ノ點ニ於ケル彎曲率ハ一〇四呎噸ニシテ桁ノ断面ノ抵抗率 (Section modulus) ハ二一〇ナリ

$$\therefore \text{彎曲應力 } f = \frac{104 \times 12}{210} = 5.94 \text{ 噸/平方吋}$$

(7) 式ニ依リ此點ニ於ケル突縁ノ最大應扭力ハ即チ 3.187 噸/平方吋 ニシテ直應剪力ハ零ナルヲ知ル合成應力ニ St. Venant 公式ヲ應用シテ

$$\begin{aligned} \text{當應張力 (Equivalent tensile stress)} &= \frac{f}{2} \left\{ \frac{3}{4} + \frac{5}{4} \sqrt{1 + \frac{4s^2}{f^2}} \right\} \\ &= \frac{5.94}{2} \left\{ \frac{3}{4} + \frac{5}{4} \sqrt{1 + \frac{4 \times 1.87^2}{5.94^2}} \right\} \end{aligned}$$

平面ニ見テ曲線ヲナス桁ニ於ケル應用 此種ノ桁ニ於ケル傾斜量ノ一般ノ公式ヲ見ルニ桁ノ斷面ノ極惰率 I_p ニ傾斜量ハ關係アルヲ知ル然ルニ此ノ極惰率ハ只實驗ニ依リテノミ得ラル可キモノニシテ Gibson, Ritchie 兩氏ノ著書 *The Circular-arc Bow-girder*. p. 56 ニ函桁ノ高サト深サトノ種々ナル比ニ對シ此ノ極惰率ヲ求ムルニ要スル係數ヲ掲ケタリ此ニヨレハ集成桁ニ對シ通常用ヒラルル係數ハ約〇七トス兩氏ノ行ヘル實驗中興味アル結果ノ一ツハ空虚ナル矩形斷面ノ中ヲ充タスニせめんとヲ以テスルモ桁ノ扭力ニ對スル抵抗ハ増加スル事大ナラストノ事ニシテ或ル場合ニハ約五ば一せんと又他ノ場合ニハ約十八ば一せんとヲ増加セリ(完)

$$= \frac{5.94}{2} \{0.75 + 1.48\}$$

= 6.6 噸/平方呎

萬國鐵道統計一斑

昨年十一月十七日ノ *Railway Age Gazette* 誌上ニ登載セラレタル千九百十三年度ノ萬國鐵道比較統計一斑次ノ如シ本統計ノ數字ハ米國 Interstate Commerce Commission ノ報告ニ基キテ Bureau of Railway Economics ノ編纂ニ係ル統計表ニ依リタルモノナリ

第 一 表

United States					
資本	一哩ニ付キ弗	貨物收入	一噸哩ニ付キ仙	旅客收入	一人哩ニ付キ仙
	65,861		0.729		2.008
				從業員年收	平均額(弗)
					756.83

參考資料 萬國鐵道統計一斑