

# 風壓ニ關スル研究

其一 風壓公式及其實驗上ノ根據

(Engineering News, Vol. 73, No. 4, Jan. 28, 1915.)

概要・風速ト風壓トノ關係風向ニ直角ナル平面上ノ風壓ト風向ニ直角ナラサル平面上ノ風壓トノ關係及風壓ノ爲メニ生スヘキ其他ノ現象ヲ示ス在來ノ諸公式ヲ論究シ之等ノ諸公式並ニ風壓ニ關スル數値ノ實驗上ノ根據極メテ薄弱ナルコトヲ痛論セルモノナリ

## 一 風速ト風壓トノ關係

本問題ニ關スル著書ヲ涉獵スル者ハ往々風壓ノ原理ハ少クトモ理論的ニ成立セルモノナルコトヲ首肯スヘシ即チ斯ノ如キ場合ハ米國ニ於テ已ニ定評アル近時ノ二教科書ヨリ拔萃セル次ノ記事ニヨリテ直ニ推度セラルヘシ Framed Structures and Girdersノ著者 Marburgハ風壓ニ就テ次ノ如ク記セリ

比較速度 $v$  (或 $v_0$ )ヲ有スル或ル流體ノ運動ノ方向ニ直角ナル一平面上ノ壓力 $p$  (或 $p_0$ )ハ理論上其斷面積1平方呎ニシテ或ル自由動體カ落下シテ $v$ ナル速度ヲ得ヘキ高サ $h$ 呎ノ高サヲ有スル其流體ノ垂直柱ノ重量ニ等シ今其流體ノ重量ヲ $w$  (或 $w_0$ )トスレハ

$$p = wh = \frac{wv^2}{2g} \dots \dots \dots (1)$$

空氣ニ對シテハ溫度華氏 32 度氣壓 760 托ノ時 $w = 0.081$ ナルヲ以テ $g = 32.2$ トスレハ

1872

今 風 速  $v$  (呎/秒) ト ス レバ  $v = 1.47 V$  ナリ 之 ニ ヨ リ テ (2) 式 ハ

$$p = 0.00126 v^2 \dots \dots \dots (2)$$

$$p = 0.0027 V^2$$

ト ナル

Burr 及 Falk ハ 其 著 The Design and Construction of Metallic Bridges ニ 於 テ 「風 壓 應 力」 ト シ テ 次 ノ 如 キ 記  
セ リ

風 力 定 流 ノ 狀 態 ニ テ 無 限 ニ 廣 大 ナ ル 表 面 ニ 吹 キ 付 ケ ラ レ 之 カ 爲 メ 其 方 向 カ 全 然 變 更 セ ラ ル ハ  
ト キ ハ 力 學 ノ 法 則 ニ ヨ リ 其 表 面 上 ニ 作 用 ス ル 力 ハ 次 ノ 如 ク ニ シ テ 得 ラ ル ヘ シ  
今  $W$  ニ 一 定 ノ 時 間 内 ニ 風 向 ニ 直 角 ナ ル 平 面 上 ニ 吹 キ 付 ケ ラ レ タル 空 氣 ノ 重 量

$w$  = 空 氣 ノ 重 量 (重/立方呎)

$v$  = 風 速 (呎/秒)

$a$  = 氣 流 ノ 斷 面 積

ト ス レバ

$$W = w a v$$

ニ シ テ

$M$  = 重 量  $w$  ナ ル 空 氣 ノ 質 量

$g$  = 重 力 ニ ヨ ル 加 速 度 (呎/秒<sup>2</sup>)

$F$  = 面 積  $a$  上 ニ 作 用 ス ル 力

ト ス レバ

$$F = M v = \frac{W v}{g} = \frac{w a v^2}{g} \dots \dots \dots (1)$$

今  $a$  を 1 平方呎トシ  $w$  を 0.0807 ( $\frac{1}{12.5}$ ) トスレバ 温度華氏 32 度 氣壓 760 托ナル時ハ

$$F = 0.0054 V^2$$

ヲ得但シ  $V$  ハ ( $\frac{1}{12.5}$ ) ニテ示シタル風速ナリ

茲ニ於テ讀者ハ此二人ノ著者カ同一ナル假定ニ基キ一人ハ他ニ比シテ二倍ノ合成壓力ヲ得タルコトニ注意セサル能ハサルヘシ兩著者ハ共ニ自身ノ公式ノ根據トセル如キ理論的狀態ハ實在セサルコトヲ附記シタリ乃チ板ノ前面ニハ空氣ノ褥ヲ生シ背面ニハ不完全ナル真空ヲ生シ又相當ナル空氣ノ摩擦アリテ風向ノ變更完全ナル能ハス斯クノ如ク抵觸セル理論ニ遭遇セル學生カ斯道ノ大家ニ就キ風壓理論ノ眞ノ根據ニ關シテ其教示ヲ乞ハントスルハ蓋當然ノコトナリ

數理學界ニ於ケル Sir Isaac Newton ノ著作ハ殆ント疑ノ餘地ヲ存セサルモノト謂フ可シ氏ノ偉大ナル著書トシテハ所謂 Principia 乃チ Philosophia Naturalis Principia Mathematica (1686 年初刊) ヲ推サ、ル可カラス近世ノ動水學ハ抵抗アル媒介物内ニ於ケル物體ノ運動ヲ論シタル其第二門ニ起因スルモノナリ此部門ノ第八部ハ流體內ニ傳播スル運動ヲ論ス其第四十八條ヲ譯述スレハ次ノ如シ (Newton ハ本書ヲ羅旬語ニテ記シタリ)

彈力ハ密集ノ度ニ比例スルモノト假定スレバ彈性流體內ニ傳播セラレタル衝動ノ速度ハ彈力ノ平方根ニ正比例シ密度ノ平方根ニ逆比例スル如キ一ノ複比ニヨリテ變化スルモノナリ乃チ速度  $v$  ノ變化ハ  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  ニ伴フモノナリ換言スレバ  $P$  ハ  $2P$  ニ伴ヒテ變化ス風壓ニ對シテハ空氣ノ密度一定セルヲ以テ其壓力ハ直接ニ速度ノ二乗ニ伴ヒテ變化スヘシ此法則ニ對シテハ Newton ノ時代以來殆ント何等ノ異議ヲ提出セル者無シ

尙 Newton ノ言ニ依レバ單位面積ニ對シテハ  $p = \rho h$  ニシテ  $h = \frac{2v^2}{g}$  乃チ  $h$  ハ速度  $v$  ヲ得ンカ爲メニ或ル重キ物體カ落下スヘキ距離ニシテ  $g$  ハ重力係數 32.2 ナリ此理論ハ Newton ノ定則トモ稱スヘ

1874

キモノニシテ爾來多クノ著者ニヨリテ繼承セラレ前段ニ引用セル Marlowe ハ其一人ナリ  
 W. J. M. Rankine ハ十九世紀ニ於ケル數學ノ大家ナリ十五歳ノ時氏ハ叔父ヨリ Newton ノ Principia  
 一部ヲ貰ヒ之ヲ熟讀セシカ後年彼ヲシテ「高等數學、力學及物理學ニ關スル余カ智識ノ根底ハ實ニ  
 此書ナリ」ト謂ハシメタリ然レ共氏ハ徒ニ師ニ盲從スル門弟ニ非ス氏ノ著「Applied Mechanics」ニハ「流  
 體及固體相互ノ衝動」ヲ論シタル一篇アリ曰ハク「或ル平滑ナル表面ニ衝突スル流體ノ噴射  $A$  ハ其  
 表面ニ添ヒテ固有ノ方向ト出來得ル限リ小ナル角度ヲナシテ流過シ得ラル、如キ通路ニ偏倚ス  
 ルモノナリ今リヲ流體分子ノ速度トシ  $Q$  ヲ每秒流出スル容積乃チ  $A \cos \theta$  ニ等シトシ  $d$  ヲ密度  $\theta$  ヲ  
 運動方向ノ偏倚角度トスレハ  $\frac{dqv}{g}$  ハ每秒ニ偏倚シテ流動スル流體ノ運動量ナリ之等ノ記號ヲ  
 用ヒ平面ニ垂直ナル力  $F$  ハ次ノ式ニヨリテ求メラル

$$F = \frac{dqv^2}{g} (1 - \cos \theta)$$

噴射ノ方向カ平面ニ直角ナル場合ハ  $\theta = 90^\circ$  ニシテ

$$F = \frac{dqv^2}{g} = \frac{dAa^2}{g}$$

ナリト

是レ撃衝定理ト稱スヘキモノニシテ Burr and Falk 其他ノ教科書ハ之ヲ採用セリ

Newton ノ時代ヨリ一部ノ研究家ハ絶エヌ實驗上ヨリ公式  $P = \frac{1}{2} \rho v^2$  ニ於ケル  $\rho$  ノ價ヲ探求シツ、ア  
 リ此公式ニ於テ  $P$  ハ  $\left(\frac{\text{力}}{\text{面積}}\right)$  單位ノ壓力ニシテ  $V$  ハ  $\left(\frac{\text{速}}{\text{時}}\right)$  單位ノ速度ナリ前述ノ如ク Newton 公式ニ  
 依レハ  $\rho$  ハ 0.0027 ニシテ Rankine ニ從ヘハ  $\rho$  ハ 0.0054 ナリ茲ニ Smeaton 公式ト稱スルモノアリ過去  
 150 年間一般ニ重用セラレ今日尙使用セラル、ヲ見ル其形式極メテ簡單ニシテ次ノ如シ  $P = \frac{1}{200}$   
 7<sup>2</sup> 1656 年英國 Philosophical Transactions of the Royal Society ニハ Mr. J. Smeaton F. R. S. ノ「或ル圓運動ニ

伴フ水及風ノ回轉車ニ對スル力ニ關スル實驗的研究ナル長編ノ論文アリ其第三門ハ「風車ノ帆ノ構造及其作用」ナルモノナリ Smeaton ハ實驗ヲ行フ爲メ刻苦シテ一ノ機械ヲ製作セリ其機械ハ一ノ回轉板ニシテ其内ニ帆ヲ有シ一ノ軸ヲ中心トシテ空氣ノ作用ニヨリテ回轉スルモノナリキ而シテ其速度ハ回轉ニヨリ曳上ケラル、重量ニ依リテ測定スルモノナリ論文ノ脚註ニ次ノ如キ記事アリ

數年前 Leicestershire Hasborough ノ名流 Mr. Rouse ハ風速及之ニ伴フ平面上及風車ノ帆ニ對スル風力ノ實驗ニ着手シタリ

Mr. Rouse カ Smeaton ノ記述セルト同様ナル回轉板ヲ用ヒタルヤ否ヤハ別ニ明記セラレスト雖之ヲ推定スルニ難カラス論文ニハ進ンテ「風」名稱ニ伴フ風速及風壓ナル一表アリテ其冒頭ニ次ノ如キ記事アリ

次表ハ吾友人 Mr. Rouse ヨリ報告セラレタル所ノモノニシテ幾多ノ事實ト實驗トニヨリ多大ノ注意ヲ以テ調製セラレタルモノナルカ如シ而シテ本表ハ偶本節ノ問題ニ關係アルモノナレハ其儘茲ニ編入スト雖元ヨリ風速カ $8\frac{1}{2}$ ヲ超過スル場合ニ於ケル數值ノ如キハ夫レ以下ニ對スルモノト同等ノ程度ニハ之ヲ信用シ難キモノナルコトヲ注意セサル可ラス又 $3$ ノ行ノ數字ハ風速ニヨリテ計算セルモノニシテコレヲ其當時迄ニ觀測セラレタル普通ノ速度ノ場合ニ適用スルトキハ良ク合致スルコトヲ認メタリ

此ノ緒言ニ於テハ實驗ト理論トノ限界甚不明瞭ニシテ表ノ第三行ノ數字ニヨレバ $\frac{1}{200}$ ノ係數ハ $0.0092$ 乃チ約 $\frac{1}{200}$ ナルヲ知ルト雖期クノ如ク根據ノ漠然タル公式カ斯ク迄一般ニ流行セシハ甚心外ノコトナラスヤ

普通大ノ扁平板ニ對スル垂直風ノ壓力ニ關シ近年ニ於テ最注意深キ實驗ノ結果ニヨルルノ値ハ

1876

0.0032乃至0.004ナリ故ニ公式  $P=0.004 V^2$  ハ安全ナルモノトシテ使用スルコトヲ得ヘシ又 Weisbach  
 カ氏ノ紀念碑的著書 Mechanics of Engineering ニ於テ Newtonノ解法ニヨリテ得タル  $\rho$ ノ値ニ係數 1.86  
 ヲ乘シテ其約  $2\frac{3}{8}$  ハ前面ニ作用シ約  $1\frac{3}{8}$  ハ背面ニ作用スルモノナリト論シタルハ一ノ興味アル  
 コトナリトス氏ハ Dubaut (1780年頃) 及 Thibault (1826年)ノ實驗ヲ以テ此係數ノ根據トナセリ  
 The U. S. Weather Bureau ヲテハ次ノ公式ヲ用フ

$$P=0.004 \frac{B}{30} V^2$$

但シ  $B$ ハ吋ニテ示シタル晴雨計ノ高サナリ從テ  $\frac{B}{30}$  ト1トノ差小ナルヲ以テ此改正ハ工師ニ  
 對シテ不必要ナルモノト謂ハサル可ラス Wolffハ其著 The Windmill is a Prime Mover ニ於テ風壓ノ  
 決定ニ溫度ノ影響ヲ考ヘタリ曰ク海面ニ於テ  $40 \frac{(\text{mm})}{(\text{mm})}$ ノ風速ニ對シテ華氏0度ノ時ノ風壓ハ 8.6  
 $\frac{(\text{mm})}{(\text{mm})}$ ニシテ華氏100度ノ時ノ風壓ハ 7.08  $\frac{(\text{mm})}{(\text{mm})}$ ナリ又  $80 \frac{(\text{mm})}{(\text{mm})}$ ノ風速ニ對シテハ同様ノ場合ニ  
 對シテ夫レ夫レ 34.98  $\frac{(\text{mm})}{(\text{mm})}$  及 23.86  $\frac{(\text{mm})}{(\text{mm})}$ ナリト

二 傾斜面ニ對スル風壓係數

傾斜面上ノ風壓強度ニ關シテハ撰擇スヘキ數値ノ範圍甚廣シ Tiberius Cavallo F. R. S. 其他ノ人ハ  
 1803年「自然及實驗科學ノ要素」ニ關スル四卷ノ論文ヲ出版セリ記者ハ未ダ曾テ此論文カ他ニ引用  
 セラレタルヲ聞カサレ共第二門第四章「運動セル不彈性流體ノ作用」及第十章「流動セル空氣乃チ風」  
 ハ真ニ科學的精神ヲ以テ書カレタル大文字ニシテ正ニ一讀ノ價値アルモノナリト信ス Cavalloノ  
 提言ニ曰ク「流體ノ運動ノ方向ヲ遮ル一平面上ニ作用スル流體ノ壓力ハ其場合ニ於ケル其平面  
 傾斜ノ正弦ノ二乗ニ伴ヒテ變化ス」ト然レ共學聖 Newtonハ己ニ Principiaノ第二門第三十四節ニ於  
 テ此事項ヲ合著セシメタリ近代ノ著作家中 Spoffordハ The Theory of Structuresニ於テ同一ナル理論

的結果ニ到達セリ  
 之等ノ結果ハ實驗上ヨリ得タル結果ト甚シキ相違アルヲ以テ茲ニ實驗式ニ依ル可キ必要ヲ感セ  
 サル能ハス此種ノ公式ノ中ニテ Hutton ノ公式ハ英米ニ於テ使用セラレタルコト恐ラク他ノ總テ  
 ノ公式ヨリモ多カル可ク今日ニ至リテ尙最近出版ノ多數ノ工學書ニ記載セラル而モ其根據タル  
 實驗ハ甚タ不完全ナルモノナリ英國 Royal Military Academy of Woolwich ノ數學教授 Charles Hutton,  
 M.D., F.R.S. ノ數理科學的問題ニ關スル論文集ト銘打チタル論文ノ第三十四回轉機ニヨリテ定  
 メラレタル空氣ノ抵抗ニ於テ此ノ實驗ヲ公表セリ Hutton ハ回轉機ヲ採用シ 1766 年ヨリ 1787 年  
 ニ亘リ半球及圓錐體ニ就テ實驗ヲ行ヒタリ 1788 年七月二十三日ノ日附ヲ以テ氏ハ次ノ如ク記シ  
 タリ

前回ト異リタル形ノ物體ニ就テ實驗ヲ行ハシカ爲メニ機械ヲ準備セリ乃チ矩形ノ薄キ眞鍮板  
 ヲ求メ之ヲ機械ノ腕ニ取付ケタリ其重量  $1\frac{1}{2}$  磅ニシテ其大サ 6 寸 × 4 寸乃チ其面積 32  
 平方吋ナリ……コハ腕ノ兩端ニ取付クルニ適セリ……又有ラエル角度及傾斜ヲナセル時ノ抵  
 抗ヲ試驗スル爲メ其長サヲ腕ノ方向ト一致セシムル様ニ取付ケタル時ハ回轉軸ヨリ其板ノ中  
 心迄ノ距離ハ  $5\frac{3}{4}$  吋ニシテ又幅ヲ一致セシムル場合ニ於テモ此距離ハ同様ナルモノト爲シ  
 タリ  
 實驗ハ板ヲ種々ニ傾斜セシメ  $12$  ( $\frac{1}{2}$  度) 乃チ  $32$  ( $\frac{1}{2}$  度) ノ速度ヲ以テ行ハレタリシカ  $20$  ( $\frac{1}{2}$  度) 乃チ  $136$   
 ( $\frac{1}{2}$  度) ノ速度ニ達セシメント試ミタル時重量ヲ支ヘシメタル絲ハ切斷セリ之等ノ實驗ハ七月二十  
 四日二十五日三十一日及八月十一日ノ日附ノモノニシテ其結果ハ表トシテ公表セラレ彼ノ有名  
 ナル公式

$$P_H = P (\sin \alpha)^{1.68} \cos \alpha - 1$$

ハ實ニ之ニ依リテ誘出セラレタルモノナリ此公式ハ往々 Duviv 公式ト稱セラル、モ其理由明ナラス Duviv 氏ハ單ニ Hutton 教授ノ公式ヲ賞揚シ屢々之ヲ引用シタルニ過キス

傾斜面ニ對スル Duchemin 公式

$$P_n = P \frac{2 \sin A}{1 + \sin^2 A}$$

ハ本問題ニ關スル最高ノ智識ヲ示スモノト謂フヘク實用上最信賴シ得ヘキ公式ナリ之ニヨリテ得ラルヘキ風壓ハ Hutton 公式ニヨルモノニ比シテ大ナリ佛國ノ陸軍士官 Col. Duchemin ハ 1829 年ニ研究スル所アリシカ 1842 年ニ至リ其結果ヲ發表セリ其後 Weisbach 其他ノ著者ハ之ヲ引用セリ Duchemin 公式ハ S. P. Langley ニヨリテ變形セラレタルコトアリ氏ハ Allegheny 觀測所 (Pennsylvania) 州ニ於テ長サ 8 呎ヲ有シ地上 8 呎ノ所ニテ回轉スル二箇對稱ノ腕木ヨリ成ル回轉板ヲ築設セリ之ニヨリテ得ラレタル運動ノ狀態ハ殆ント直形的ニシテ 5 呎ヨリ小ナル半徑ヲ以テ回轉スル Hutton 式ノ機械ニヨリテ得ラレタル結果ト一致スルヲ見タリ氏ハ又 100 (呎) 乃チ約 70 (呎) 迄ノ速度ニ就テ實驗シ次ノ如ク記錄セリ

此裝置ニヨリテ實驗ニ着手スルヤ斜面上ノ風壓ハ其角度ノ正弦ノ二乗ニ比例ストノ Newton 法則ハ誤差多キモノナルコトヲ認メタリ元ヨリ本問題ニ關シテハ Newton 時代以來絶ニス障機的ノ實驗施行セラレタリト雖其公表セラレタル結果ハ概シテ甚シキ不調和ヲ示スニ過キス故ニ更ニ新問題ノ研究ニ着手スルニ先チ本問題ニ關シテ一層完全ナル實驗ヲ希望セサル能ハス Langley カ實驗ヲ施行シ Duchemin 公式ニヨルモノトノ差 3% 以内ノ結果ヲ得タル事實ハ茲ニ特筆スル價值アルモノナリ之ニ關シテ氏ハ次ノ如ク述ヘタリ

此實驗ニ着手シテ以來余ノ曲線カ着々 Duchemin 公式ニ一致セルコトハ特ニ余ノ注意ヲ喚起セシ所ナリ Duchemin ノ貴重ナル備忘録ハ佛國陸軍省ノ Memorial de l'Artillerie 第五號トシテ出版セ



ラレタリシカ余ハ後日ニ至ル迄コレヲ知ラサリシヲ遺憾トスルモノナリ  
 Smithsonian Contributions to Knowledge ノ第八百一號及第八百八十四號ナル「氣體力學ニ關スル實驗及  
 風ノ内働」ナリ Langley ノ論文モ亦一應注意スル價值アルモノナリ

三 平カナラサル表面上ノ風壓

風カ或ル平カナラサル表面ニ吹付クル時其正射影上ノ風壓ハ其表面ノ形狀ニヨリテ變化スルモノナリ

本問題ノ研究ハ水塔、煙突、及此等ニ類似セル圓壘ニ對スル風壓ヲ求ムルニ當リテ必要ヲ感スルモノナリ Rankine ハ其著 Applied Mechanics ニ於テ述ヘテ曰ク「圓壘ノ周壁ニ對スル風壓ハ其圓壘ノ直徑ニ等シキ幅ヲ有スル平面上ノ風壓ノ約  $\frac{1}{2}$  ナリ」ト其他往々斯クノ如キ場合ニ於ケル理論的ノ價ハ其  $\frac{2}{3}$  ナリト主張スル者アハ其一般工學上ノ慣例トシテハ  $\frac{1}{2}$  ヲ採用ス

Goodman ハ其著 Mechanics Applied to Engineering, London, 1904 ニ次表ノ如キ壓力ノ比ヲ掲ケタリ

平板	1.0
球	0.36 乃至 0.41
長メノ彈丸	0.5
圓壘	0.54 乃至 0.57
{ 風向ニ底面ヲ向ケタル場合	0.8 乃至 0.97
{ 風向ニ尖端ヲ向ケタル場合	0.6 乃至 0.7
{ 頂角ハ90度トス	
圓錐	0.95
{ 風向ニ底面ヲ向ケタル場合	0.69 乃至 0.72
{ 風向ニ尖端ヲ向ケタル場合	0.54
{ 頂角 90度	
{ 頂角 60度	

## 考 論 終

## 四 平行板ニ對スル風壓

一定ノ空間ニヨリテ隔テラレタル平行板ニ對スル風壓ノ研究ハ鉸桁橋構橋ニ於ケル構又ハ同一構ニ於テ一平桿カ他ノ平桿ノ直接背後ニ在ル場合ニ適用スル爲メ重要ナル問題タルヲ失ハス英國ノ The Committee of the National Physical Laboratory ハ今日 Engineering Laboratory ニ於テ第一ニ企圖セラル可キ研究事項ノ一ハ當ニ構造物ニ對スル風壓ノ強度及其分布ナル可キコトヲ議決シ此ニ於テ Thomas Edward Stanton ハ幾多ノ實驗ヲ遂行シ其結果ハ Institution of Civil Engineerings ニ寄送セル「空氣ノ定流内ニ於ケル平面ノ抵抗ニ就テ」及「風壓ニ關スル實驗」ナルニ論說ニ於テ間接ニ之ヲ發表セリ直徑2吋ノ圓板二箇ヲ探リ之ヲ直徑ノ1.5倍ノ距離ニ平行セシメタル場合ノ全壓力ハ一箇ノ板ニ對スル壓力ノ75%ヨリ小ニシテ直徑ノ2.15倍ヲ隔テタル場合ニハ一箇ノ板上ノ壓力ニ等シク5倍ヲ隔テタル時ノ全壓力ハ一箇ノ板ニ對スル壓力ノ1.78倍ナリト Stantonノ第一回ノ實驗ハ斯クノ如キ小ナル模型ニヨリテ行ハレタルモノナルヲ以テ多少ノ批難ヲ招キタリシカ氏ハ更ニ第二回ノ實驗ヲ爲スニ當リ一ノ塔ヲ建築シ之ニヨリテ二層大ナル表面ニ對スル實驗ヲ遂ケ前回ノ決論ニ對スル誤差ノ小ナルコトヲ確認セリ

Forth Bridge ニ於ケル Bakerノ實驗ノ結果ニヨレハ如何ナル場合ニ在リテモ二箇或ハ夫レ以上ノ曝露面ヲ有スル桁ニ於テ風壓ニ對スル有效面積ハ直接風向ニ面スル曝露面ノ1.8倍ヲ超過スルコトナシト Forth Bridgeノ Board of Tradeノ條例ニヨリテ築造セラレタルモノニシテ其規程ニ從ヘハ計算ニハ56 (英制/米制)ノ風壓ヲ用フ可ク又風壓ニ對スル有效面積ハ風向ニ對スル曝露面ノ2倍タル可キモノナリ

## 五 風壓及風速ノ測定

或ル物體ニ對シテ一定ノ速度ヲ有スル風ノ與フル壓力ハ之ト等シキ速度ヲ以テ空中ヲ運動スル該物體ノ受クル壓力ニ等シトノ假定ハ從來幾多ノ實驗ニヨリテ推定セラレタル所ニシテ Newton ノ運動ノ法則ニ關スル第五ノ系制限セラレタル空間ニ於ケル或物體ノ運動ハ其空間カ静止スルカ又ハ圓運動ヲナスコトナク一直線上ニ均一ナル前進運動ヲナスカノ何レノ場合ニ於テモ此等兩者ノ相互間ニ於テハ同一ナリニヨリテ亦知ルコトヲ得之ニ對スル唯一ノ不承認論者ハ T. Clark von Filder ニシテ氏ハ其著 Bridge Construction ニ於テ曰ハク「風壓カ運動セル物體ニ對スル空氣ノ抵抗ト同一ナリヤ否ヤハ未タ尙確定セラレサル所ナリト」

由來風壓ノ測定ニハ直接測定法ヲ採用シ風速ニヨル間接ノ測定法ヲ講セサリシカ其方法ハ悉ク風速ノ如何ニヨリテ風壓ヲ測定ス可キ考察タルニ過キス從テ風速ヲ精確ニ測定スルハ風壓ノ測定上第一ノ要件ニシテ之カ爲メ過去二世紀ニ亘リテ種々ナル手段ハ試ミラレ測風學ハ科學ノ一分科トシテ一條ノ歴史ヲ有スルニ至レリ種々ノ方法ニヨリテ測定セラレタル速度ハ其間元ヨリ多少ノ差違アルヲ免レサルナリ現今氣象界ニ於テ一般ニ使用セラレハ風速計ハ Robinson 式或ハ其變形型ナリ

Transactions of the Royal Irish Academy ノ第三部第二十二卷 (1852) 年ハ Rev. Thomas Rodney Robinson, D. D. ノ「風向及風速ヲ自記スル改良風速計」(1850年六月十日講演)ナル論文ナリ Robinson 博士ハ Ireland ノ Armagh ノ觀測所ニ干與セル人ニシテ此論文ニ於テ次ノ如ク述ヘタリ

二三ノ豫備的實驗ヲ行ヒタル後余ハ 1843 年ニ機械ノ重要部分ヲ製作シタリ之ニ關スル記事ハ之ヲ Academy ニ委ネタリ後余ハ自己ノ經驗ニヨリテ適當ナル改良ヲ成シ之ニ關スル事項ハ其完成ヲ待チ 1846 年ニ British Association at Southampton ニ寄稿セリ

氏ハ又微風乃至強風ニ就キ四日間ニ施行セル十六ノ實驗ニヨリ

$$\frac{\alpha}{\alpha'} = 4.011$$

乃チ大略凹面上ノ風壓ハ凸面ニ對スルモノ、4倍ナリト認メタリ之ニヨリテ氏ハ風ノ速度ト盃ノ中心ノ速度トノ比ノ理論的數値 $m$ ハ $m=3.00$ ナルコトヲ知り得タリ Robinson 博士ハ盃及腕ノ長サノ如何ニ係ラス半球盃ノ中心ハ摩擦ニヨリテ障礙セラレサル限り風速ノ $\frac{1}{8}$ ノ速度ヲ以テ回轉スルモノナリトノ結論ヲナシタリシカ此結論ハ已ニ反證セラレタルヲ以テ從來公表セラレタル速度ハ必然誤謬アルモノタルヲ免レス

The U. S. Weather Bureau ハ各風速計ハ特殊ナル實驗ニヨリテ定メラルヘキ固有ナル回轉ノ法則ヲ有ス可キモノナル事ヲ注意シタリ米國全般ニ亘リテ使用セラル、標準機械ハ中心軸ヨリ盃ノ中心點ノ距離 6.72 吋ニシテ半球盃ノ直徑ハ 4 吋トシ之ヲ腕ノ先端ニ附シタルモノナリ測定風速ニ對スル訂正ハ  $\text{Log. } V = 0.509 + 0.912 \text{ Log. } v$  ニシテ $V$ ハ風ノ實際速度 $v$ ハ盃中心ノ直線速度ニシテ何レモ $\left(\frac{\text{風速}}{\text{風速}}\right)$ 單位ニテ示シタルモノナリトス

#### 六 風中ニ於ケル狀態變化ノ影響

風速及風壓ノ測定ハ何レモ風中ニ於ケル狀態ノ變化ニヨリテ甚シク複雑セル問題タル可キモノナリ本問題ハ建築工師ニ必要ナル次ノ二箇ノ事實ニヨリテ説明セラルヘシ

1. 風壓強度ハ小ナル表面ニ對スル方大ナル表面ニ對スルモノニ比シテ大ナルモノナリ  $\text{Forth Bridge}$ ニ於テハ二ノ風壓板ヲ設置シーハ長サ 30 呎高サ(幅) 5 呎ヲ有シーハ其ヨリ 8 呎ヲ隔テ、設置セル面積 $\frac{1}{2}$ 平方呎ノ圓板ナリ 1884 年ヨリ 1890 年ニ亘リ小板ニ於テ記錄セラレタル最大壓力ハ  $\frac{41.1(\text{呎}^2/\text{秒}^2)}{32.2(\text{呎}/\text{秒}^2)}$ ニシテ大板ニ於テハ  $\frac{27.7(\text{呎}^2/\text{秒}^2)}{32.2(\text{呎}/\text{秒}^2)}$ ナリ大板ノ記錄ハ概シテ同時ニ於ケル小板ノモノ、80%ヲ超過スルコトナク一般ニハ 50 乃至 70%ナリキ當時ノ工學雜誌ハ直ニ此等ノ實驗ヲ根據トシテ

風速ノ一定ナル場合ニ於ケル風壓強度ハ面積ノ大サニ逆比例スルモノナリト推論セリ是レ不充  
分ナル材料ニヨリテ一般的解決ヲ試ミタル一例ヲ示シタルニ過キス

2. 風速ハ地面ヲ隔ツルニ從ヒテ増加スルモノナリ Thomas Stephenson ハ實驗ノ結果次式ヲ得タリ

$$V = V_1 \sqrt{\frac{H}{H_1}}$$

$$V^2 : V_1^2 :: H : H_1$$

乃チ

此公式ヲ用ヒントセハ先ツ高サノ制限單位ヲ制定セサル可カラス Eiffel 塔ノ頂上乃チ 924 呎ノ高  
所ニ設置セラレタル風速計及 30 呎ノ高所ニ設ケラレタル氣象臺ノ風速計ハ輕風ニ對シテ前者ハ  
後者ニ比シテ 4 倍大ナル記録ヲナシ強風ニ對シテハ漸次其記録ノ接近スルヲ見ル

七 結論

已ニ紹介セル Cavallo ハ曾テ謂ヒテ曰ハク「本問題ノ充分ナル解決ハ尙科學者ニヨル幾多ノ實驗ニ  
待タサル可カラス」ト此語アリテヨリ後 100 年以上ヲ經テ The U. S. Weather Bureau ハ其論文測風術  
ニ於テ著ルシク改良セル風壓及風速ノ數值ヲ掲ケ次ノ如ク附記シタリ

如斯訂正セラレタル數值ハ恐ラク全體ヲ通シテ在來ノ公式及訂正セラレサル風速ニヨリテ算  
出セラレタル數值ニ比シテ一層正確ナル可キモノナリト雖高速度ノ風ニ對シテハ直接ニ之カ  
實驗ヲ爲サ、リシヲ以テ 3/4 乃至 3/5 (3/4) 以上ノ指示風速ニ對シテハ甚シク信頼スルコト能ハサ  
ル可キモノナリ

今日ニ至ル迄過去幾多ノ年月ニ亘リ築設セラレタル構造物ハ概シテ皆満足ニ風壓ニ抵抗シ得タ  
リ之等ニ對スル對風結構ハ往々過大ナルカ如キモノ無キニ非スト雖本問題ニ關シテ一層進歩セ

ル學識ヲ有セサル限り遠ニ現代ノ慣例ヲ無視スルコト能ハサル可シ

(Engineering News, Vol. 23, No. 5, Feb. 4, 1915.)

## 其二 鋼製鐵骨建築物ニ關スル風壓應力

概要 Irninger Karnot Stanton Smith 其他ノ諸氏ノ實驗ニ鑑ミテ屋背上ノ傾斜面ニ對スル風壓ノ分

布ヲ論究シ Fink 式屋背構ニ於ケル應力ノ解法ハ剛性ニ富ム部材ヲ使用スル場合ニ在リテハ風荷重ニ代フルニ過剩等布垂直荷重ヲ以テシ得可キコトヲ證ス隅束<sup>ニシテ</sup>ヲ有スル鐵骨建築物構柱ニ於ケル風壓應力ノ訂正案風ノ吸引作用ハ鎮鏡ニ關係アル場合ヲ除キテハ之ヲ省略シ得ルコト

適切ナル風壓並ニ許容應力及特別ナル對風稜構ノ論究

從來鐵骨建築物ヲ設計スルニ當リテハ之ニ對スル風壓ヲ全然省略スルカ然ラスンハ或ル教科書ノ示ス所ニ從ヒテ之ニ對スル應力ヲ算出シ其結果ヲ採用スルカ兩者ノ孰レカニ依レリ後者ハ專ラ既往ノ經驗ニ徵シ克ク久シキニ耐ヘタル建築物ノ築造法ニ適合センコトヲ期スルモノナリ學理ト實施トノ關係ヲシテ一層密接ナラシムル爲メ茲ニ新學說トモ稱セラルヘキ一徑路アリテ其新規ナル方法及實驗ノ結果ハ近來著ルシク進歩セル觀アリ本節ニ於テハ簡單ニ此學說ヲ紹介シ其結論ヲ否定シ教科書上ノ假定ヲシテ成ル可ク實際ノ狀態ニ適合セシメンコトニ努メ鋼製鐵骨建築物ニ於テ風壓應力ニ對スル安全ニシテ合理的ナル計算法及設計法ヲ提起セントス

### 一 風壓應力ノ分布及其強度

新學派ノ一人ノ著者 (Insurance Engineering Aug. 1912 參照) ハ本問題ニ關シテ次ノ如ク述ヘ居レリ強風ノ際ニ於ケル屋背上ノ風壓ハ風上ノ檐ニ於テ最大ニシテ屋背ノ勾配面ヲ上ルニ從ヒテ次第ニ減少シ屋頂ニ至ル距離ノ  $\frac{3}{4}$  ノ附近ニ於テ零トナル風壓零ナル所ヨリ屋頂迄及風下勾配面ニ於ケル風壓ハ負ナリ乃チ屋背ノ風上勾配面ニヨリテ上方ニ向ケラレタル風ハ風下勾配面上ノ空氣ヲ稀薄ナラシムルヲ以テ自然建築物内ノ空氣ヲシテ内面ヨリ上向ノ壓力ヲ生セシム

換言スレハ屋背ノ風上勾配面上ニハ内向壓力或ハ直接壓力ヲ生シ其壓力ノ中心ハ勾配面ノ中心ヨリ下位ニ在リ屋頂及風下勾配ノ全面ニハ外向壓力或ハ吸引現象ヲ生スルモノナリ

二 屋背上ノ吸引力

Copenhagen 瓦斯工場ノ設計監督者 J. O. V. Irninger ハ 1894 年風壓ニ關スル多クノ實驗ヲナシ其記錄及結果ハ一ノ論文トシテ公表セラレタリ

(Engineering News, Feb. 14, 1895; Engineering Dec. 7, 1895; Proc. Inst. Civ. Engrs., Vol. CXVIII. P. 468 参照)

氏ハ直徑 5 呎高サ 100 呎ノ煙突ニ凡  $6\frac{1}{2} \times 11$  (平方呎)ノ矩形孔ヲ設ケ之ニ摩擦ヲ減スル爲メ内面ヲ磨キタル  $1\frac{1}{2} \times 9$  (平方呎)ノ導管ヲ挿入シ氣流ヲシテ此導管内ニ設置シタル板及模型ヲ衝撃セシメ其合力壓力ヲ記錄セシメタリシニ此度ノ勾配ヲ有スル模型屋背ニ於ケル風下面上ノ直角吸引力ハ風上側上ノ直角壓力ノ 3 倍大ナルコトヲ示シタリ氏ハ之ニ依リテ次ノ結論ヲ得タリ模型ニ對スル余ノ實驗ヲ以テ建築物ニ關スル一ノ事實ヲ證スルモノトナス時ハ風壓應力ニ對スル屋背主要部材ノ計算法ハ多少ノ改正ヲ要ス可キモノナリ而シテ Irninger ノ熱心ナル賞識者ニハ次ノ如ク記シタルモノアリ氏ノ力ニ依リテコソ吾等ハ近キ將來ニ於テ著ルシク屋背ノ材料ヲ節約シ得可ケント (Theodore Nielson, Engineering, Oct. 9, 1903 参照)

Melbourne 大學ノ W. C. Kernot 教授ハ 1891—94 年ニ亘リテ氏ノ名義ヲ以テ實驗ヲ行ヒタリ (Engineering Record, Feb. 10, 1894; Proc. Inst. Civ. Engrs. Vol. CLXXI, P. 218; Austrian Association for the Advancement of Science, Vol. V (1893), P. 573, Vol. VI (1895), P. 741 参照) 氏ハ瓦斯機關及推進器ヲ用ヒテ  $12 \times 10$  (平方呎)ノ氣流ヲ起サシメ之ヲ板及模型ニ作用セシメタリ氏ハ遂ニ從來ノ計算法ヲ以テ屋背カ通風ヨキ支柱ニヨリテ支持セラル、場合ニノミ適用シ得ヘキモノナルコト及緩勾配ノ屋背ニ於テハ揚力ノ作用アルコトヲ結論セリ

英國 National Physical Laboratory ノ F. E. Stanton ノ 1893 年以來ノ實驗ハ Institution of Civil Engineers ニ  
 寄送セル氏ノ論說ニヨリテ著名ナルモノナリ (Proc. Inst. Civ. Engrs., Vol. CLVI, P. 78, Vol. CLXXI, P.  
 175 參照) 氏ハ屋背ノ側面積各  $3 \times 1$  (平方呎) ニシテ勾配 30 度 45 度及 60 度ナル屋背ノ模型ヲ 100,  
 13.6, 及 16.8 ( $\frac{ft}{ftm}$ ) ノ速度ヲ有スル氣流ニ曝露セシメ其結果ヲ觀測シテ次ノ如キ結論ヲ得タリ「實驗  
 ノ示ス所ニヨレハ屋背ニ於ケル風下勾配面上ノ負壓力ハ當然重要視ス可キモノナリ」其後氏ハ  
 $5 \times 5$  (平方呎) 乃至  $10 \times 10$  (平方呎) ノ板上ニ對スル實驗ヲナシ次表ノ如キ風壓係數ヲ誘出セリ  
 公式  $P_w = k V^2$  ニ於ケル Stanton ノ係數  $k$  ノ値

(a) 屋背カ通風ヨキ支柱上ニ設ケラレタル場合

60°	45°	30°
-----	-----	-----

風上側

+0.0034

+0.0028

+0.0015

風下側

0.0000

(b) 風ニヨリ内部ノ壓力カ影響セラル、場合

60°	45°	30°
-----	-----	-----

風上側

+0.0034

+0.0023

+0.0015

風下側

-0.0032

.....

-0.0022

此等ノ係數ハ屋背ノ表面ニ於ケル直角風壓ヲ ( $\frac{lb}{sq. ft}$ ) ニテ與フ可キモノニシテ  $V$  ハ ( $\frac{ft}{min}$ ) ニテ示シ  
 タル水平風ノ速度ナリ  
 Albert Smith ハ 1910 年十一月 Western Society of Engineers ニ於テ講演セル「鐵骨建築物構柱上ノ風荷重  
 ニ就テ」ナル論說ニ於テ次ノ如キ結論ヲ主張セリ (Journal Western Soc. Engrs., Feb. 1911 參照) 「兩壁ニ  
 於テ同等ナル風荷重ヲ作用セシメ其方向ハ夫レ夫レ内方及外方ニ向ハシムルトキハ屋背構ノ部



材ノ應力ニ重要ナル變化ヲ生セシメ又隅束及支柱ニ於ケル應力ヲ減少シ又帶桁ノ合理的設計ヲ容易ナラシムルコトヲ得氏ハ又1913年ニ幅6呎長サ15呎壁ノ高サ4.5及6呎ノ模型建築物ニ就テ幾多ノ概測ヲナシ建築物ニ對スル風荷重ナル論說ニ於テ記セル所次ノ如シ (Journal Western Soc. Engrs, Dec. 1912)

鐵骨建築物上ニ於ケル風荷重假定ニ關スル從來ノ方法ハ多少ノ改正ヲ要ス可キモノナリ石工壁上ニ於ケル屋背構及長キ斜材ヲ有スル鋼製構柱ニ於テハ密閉セラレタル建築物ノ風下屋背ニ對シテ風壓ノ0.4倍内外ノ吸引力ノ影響ヲ考フ可キモノニシテ其壓力乃チ吸引力ハ風上ニ對スル風壓曲線ヲ參照シテコレヲ求ム可シ斯クシテ得ラレタル合成應力ハ從來ノ方法ニヨリテ求メラレタルモノニ比シ其大サノ異ルノミナラス多クノ部材ニ於テ應力ノ性質ヲモ變更セシム檔上ノ風荷重ハ往々全ク省略セラル、モノナリ……………隅東セラレタル構柱ヲ有スル建築物ニ於テハ前記ノ諸點ニ加フルニ風下壁ニ於ケル吸引力ヲモ考フル必要アリ

Nevada 大學ノ Boardman 教授ハ1911年長サ10呎各勾配面ノ幅6呎ニシテ高サ4呎ノ壁上ニ設置セラレタル模型ニ就テ實驗シ其結論ハ Smith 教授ノモノト類似セルモノナリキ (Journal Western Soc. Engrs. Apr. 1912 參照)

英國ノ一教科書 Brighmore 著 Structural Engineering (1898年初刊)ハ「風壓及風ノ吸引力ニヨル應力」ナル節ニ於テ Stanton ノ實驗ヲ卓越セルモノトシテ引用シ氏ノ方法ニヨリテ計算セラレタル屋背構ノ應力表ヲ掲載セリ

又英國ニ於ケル他ノ一教科書 Andrews 著 The Theory and Design of Structures ノ1913年最新版ノ增補ニハ Stanton ノ結論ヲ引用シ其ノ結論ヲ採用セル構ノ風壓應力表ヲ掲載セリ其風下側ニ於ケル吸引力ニヨル應力ヲ記スルニ當リ氏ハ次ノ如ク述ヘタリ「從來屋背ノ計算ニ於テ之ヲ爲メ特ニ餘

裕ヲ存置スル者稀ナルカ如シト雖元來本問題ハ輕視ス可カラサルモノナルヲ以テ之等實驗上ノ結果ヲ辯駁スルカ然ラスンハ之カ爲メニ適當ナル餘裕ヲ採用スルカ兩者ノ何レカニ決定セサル可ラス

Marburg, Framed Structures and Girders ニ於テ Kernet, Irmingier, 及 Stanton 等ノ實驗ノ結果ヲ諷シ Irmingier 式記錄ヲ再製シ其結論ノ要領次ノ如シ

Kernet, Irmingier, 及 Stanton ノ實驗ハ餘リ小規模ニシテ實際ノ場合ニ適用シ得可キ程度迄其結果ヲ應用スルコト能ハサルモノナリト雖モ之等ノ諸氏カ從來一般ニ實地ニ適用シ能ハサルモノト認メタリシ事項ニ對シ一段ノ注意ヲ喚起セシメタルハ多トスル所ナリ

此結論ハ記者モ亦雙手ヲ舉ケテ贊成スル所ナリ

### 三 設計用風壓ノ選定

風壓ニ關スル吾等ノ智識ハ未タ頗ル不完全ナリ風壓ノ基礎公式  $P = kV^2$  カ水平ノ風ニ對シテ合理的ナルコトハ今ヤ一般ニ認識セラレ均一速度ヲ有スル風カ普通大ノ板ニ直角ニ吹キ付ケタル場合ニ在リテモノ値カ 0.0032 乃至 0.004 ナルコト亦異論寡キカ如シ傾斜面ニ對スル風壓ノ公式トシテハ其正確ノ點ニ於テ Duchemin ノ公式ヲ推サ、ルヘカラス Duchemin 公式ハ次ノ如シ

$$P_n = P \frac{2 \sin A}{1 + \sin^2 A}$$

吾等ハ尙茲ニ一ツノ決定スヘキ問題ヲ有スソハ  $P$  ノ値ナリ此場合ニ於ケル  $P$  ノ値ニ對シテハ或地點ノ一ヶ月又ハ一ケ年ノ平均風速ハ其用ヲ爲サス又記錄ニ存スル最高ノ風速モ亦直ニ之ヲ適用スルコト能ハス如何トナレハ斯カル風速ハ再ヒ起リ得可キモノナリヤ否ヤ全ク不明ノ事ナレハナリ

強烈ナル颶風ニ對シテ充分ナル準備ヲ成スハ概シテ無用ノコトナリト謂ハサル可ラス「斯カル場

合ニ於テハ如何ナル注意モ如何ナル強度モ亦如何ナル智識モ遂ニ無効ナルヘシ斯カル風ノ作用ハ自ラ其面積ニ制限アリ又其來襲スルコト極メテ稀ニシテ恐ラク一世紀間ニ一回内外ノモノナル可シ從テ鐵骨構造ヲ堅牢ニシ以テ之等ニ抵抗セシメントスル努力ハ單ニ經費ヲ増加スル外何等ノ利益ナカル可シ

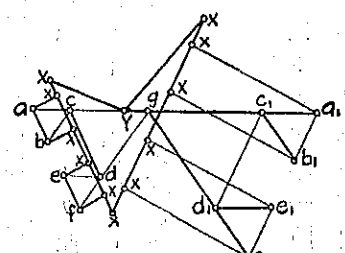
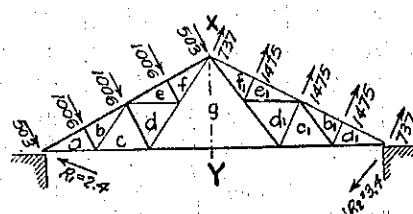
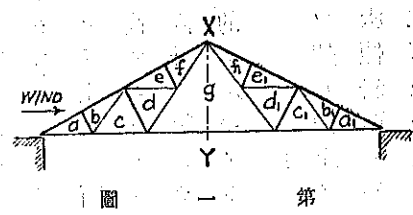
1871年以來米國 U.S. Weather Bureau ニヨリ New York 市ニ於テ記錄セラレタル最大風速ハ  $96 \frac{\text{哩}}{\text{時}}$ ニシテ5分間繼續シ其中1分間ニ於テハ  $190 \frac{\text{哩}}{\text{時}}$ ノ風速ヲ示シタリ 1912年二月二十二日現今ト同一箇所ナル 17 Battery Place ノ三十三階建築物ノ屋上約30呎ノ所ニ取付ケタル Robinson 風速計ノ記錄セル所ニヨレハ 80乃至90  $\frac{\text{哩}}{\text{時}}$ ノ風速ハ稀ナルモノニ非ス然レ共此場合ニ記錄セラレタル  $90 \frac{\text{哩}}{\text{時}}$ ノ速度ハ Weather Bureau ノ訂正ニ依レハ實際速度  $69.2 \frac{\text{哩}}{\text{時}}$ ニシテ此値ヲ公式  $P = \frac{1}{2} V^2$ ニ適用シ  $P = 0.004$ ト假定スレハ直角面ニ對スル風壓ハ  $19.2 \frac{\text{哩}}{\text{時}}$ ナリ元來風壓ハ地面ヨリノ高サニ伴ヒテ増加シ面積ノ増大スルニ從ヒテ減少スルモノナリ此ニ於テ前記ノ風速計カ地上約400呎ノ高所ニ在リテ然モ益ノ直徑僅ニ4吋ナルコトヲ思惟スレハ水平風壓ノ假定ハ構及鐵骨建築物ノ設計ニ對シテハ  $30 \frac{\text{哩}}{\text{時}}$ 柱及隅束ノ設計ニ對シテハ  $15 \frac{\text{哩}}{\text{時}}$ ト爲スヲ以テ充分ニシテ且合理的ナルモノト認ムルコトヲ得可シ

#### 四 屋背構ニ於ケル風壓應力

先ツ煉瓦壁上ノ屋背構ニ就テ考フ可ク其一例トシテ第一圖ニ示ス如キ屋背構ヲ假定ス構ハ徑間8呎傾斜面ノ勾配ハ1呎ニ付キ6吋ニシテ構ノ間隔ハ16呎ナルモノトシ風ハ右方ヨリ吹キ風壓ハ垂直面ニ對シテ  $30 \frac{\text{哩}}{\text{時}}$ トス然ル時ハ傾斜面ニ對スル直角壓力ハ (Duchemin 公式ニヨリ)  $14.9 \frac{\text{哩}}{\text{時}}$ ナリ

茲ニ於テ吾等ハ次ノ如キ場合ヲ考究セントス

(1) 風 荷 重 ハ 毎 平 方 呎 封 度 乃 チ 格 間 毎 ニ 2.012 封 度 ニ シ テ 屋 背 構 ノ 傾 斜 面 ニ 直 角 ニ 働 キ 構 ノ 兩 端 固 定 セ ル 場 合



第一圖ニ示シタル屋背構ノ應力—壓力ノミヲ考ヘタルモノ

部 位	$X_a$	$X_b$	$X_c$	$X_d$	$X_e$	$X_f$	$X_g$	$X_h$	$X_{e_1}$	$X_{d_1}$	$X_{c_1}$	$X_{b_1}$	$X_{a_1}$
(1)	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1
(2)	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1
(3)	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1	-9.1
(4)	-15.8	-14.9	-14.0	-13.1	+14.1	+12.1	+8.1	+2.0	+2.3	+4.1	+2.3	+2.0	+6.8

(2) 荷 重 ハ (1) 同 様 ニ シ テ 右 端 固 定 シ 左 端 輾 子 上 ニ 在 ル 場 合  
 (3) 荷 重 ハ (1) 同 様 ニ シ テ 左 端 固 定 シ 右 端 輾 子 上 ニ 在 ル 場 合  
 (4) 曝 露 面 ニ 對 シ テ 風 荷 重  $\frac{1}{2}$  (註/5.5呎) 乃 チ 格 間 毎 ニ 2.012 封 度 ノ 荷 重 カ 屋 背 ノ 兩 側 ニ 垂 直 ニ 作 用 ス ル 場 合  
 之 等 ノ 場 合 ニ 於 ケ ル 應 力 ハ 次 表 ノ 如 シ

種類 場合	$X_{01}$	$X_{02}$	$X_{03}$	$X_{04}$	$Y_{01}$	$Y_{02}$	$a_0 b_1$	$b_0 c_1$	$c_0 d_1$	$d_0 e_1$	$e_0 f_1$	$a_1 g$	$f_1 g$
(1)	-5.1	-5.1	-5.1	-5.1	+3.5	+3.5	0	0	0	0	0	0	0
(2)	-5.1	-5.1	-5.1	-5.1	+4.6	+4.6	0	0	0	0	0	0	0
(3)	-5.1	-5.1	-5.1	-5.1	+1.0	+1.0	0	0	0	0	0	0	0
(4)	-15.8	-14.9	-14.0	-13.1	+14.1	+12.1	-1.8	+2.0	-3.6	+2.0	-1.8	+4.1	+6.1

注意 應力ハ1,000 封度ヲ以テ單位トス

一記號ハ應力ヲ示シ 十記號ハ應張力ヲ示ス

此表ヲ一見スルニ(4)ノ場合ニ於ケル應力ハ充分ニ風壓應力ヲ包括シ得ルコトヲ認ム他ノ場合ニ在リテ小數ノ部材ニ於ケル僅カノ超過ハ省略シ得ル程度ノモノナリ殊ニ總テノ荷重ニヨル合成應力ニ就テ考フル時ハ其感更ニ深カルヘシ

前記ノ假定ト同一速度ノ風ヲ以テシテ Stanton ノ說ニ從フトキハ風上勾配面上ノ風壓ハ約  $\frac{1}{15}$  (風速/15) ニシテ風下側ニ對スル負壓力乃チ吸引力ハ  $\frac{1}{15}$  (風速/15) 倍ナル  $1.1$  (風速/15) ナリ構ニ作用スル外力ハ第二圖ニ示ス如クニシテ(反力ニ對シテハ兩端固定セルモノトシ風壓剪力ハ兩端ニ等分ス)第三圖ハ兩端固定セラレタル場合ノ應力圖ナリ

次ニ掲ケタル應力表ハ

- (5) 構ノ兩端固定セル場合
  - (6) 右端固定シ左端帳子上ニ在ル場合
  - (7) 左端固定シ右端帳子上ニ在ル場合
- 以上ノ内一端カ帳子上ニ在リトナスハ一ノ便宜上ノ假定ニ過キス如何トナレハ100 呎以下ノ屋背構ハ概ネ兩端固定セルモノナレハナリ

第二圖ニ示シタル屋背構ノ應力—壓力及吸引カラ考ヘタルモノ

	$X_a$	$X_b$	$X_c$	$X_f$	$Y_a$	$Y_c$	$Y_g$	$ab$	$bc$	$cd$	$de$	$ef$	$dg$	$fg$
5	- 0.8	- 0.8	- 0.8	- 0.8	+ 2.7	+ 1.6	- 0.7	- 1.0	+ 1.1	- 2.0	+ 1.1	- 1.0	+ 2.2	+ 3.4
6	- 0.8	- 0.8	- 0.8	- 0.8	+ 4.9	+ 3.8	+ 1.6	- 1.0	+ 1.1	- 2.0	+ 1.1	- 1.0	+ 2.2	+ 3.4
7	- 0.8	- 0.8	- 0.8	- 0.8	+ 0.5	- 0.6	- 2.9	- 1.0	+ 1.1	- 2.0	+ 1.1	- 1.0	+ 2.2	+ 3.4

	$X_a$	$X_b$	$Y_a$	$X_f$	$X_a$	$Y_a$		$a_b$	$b_c$	$c_d$	$d_e$	$e_f$	$d_g$	$f_g$
5	+ 4.1	+ 4.1	+ 4.1	+ 4.1	- 5.6	- 3.9		+ 1.5	- 1.7	+ 2.9	- 1.7	+ 1.5	- 3.3	- 5.0
6	+ 4.1	+ 4.1	+ 4.1	+ 4.1	- 3.4	- 1.8		+ 1.5	- 1.7	+ 2.9	- 1.7	+ 1.5	- 3.3	- 5.0
7	+ 4.1	+ 4.1	+ 4.1	+ 4.1	- 7.8	- 6.2		+ 1.5	- 1.7	+ 2.9	- 1.7	+ 1.5	- 3.3	- 5.0

注意 應力ハ 1,000 封度ヲ以テ單位トス

設計用ノ推薦風荷重—最大風壓ハ其來襲スルコト極メテ稀ニシテ其繼續時間亦甚タ短キモノナリ故ニ之ニ對スル許容應力ハ普通ノ動荷重ト靜荷重トノ作用ニ對スルモノニ比シテ 50% 増加スルコトヲ得可シ然ル時ハ 15 (雪重/45%) ノ風荷重ハ他ノ荷重ニ對スル許容應力ヲ用フル場合ニ於ケル 10 封度ノ荷重ニ相當スルモノナリ

雪荷重ハ New York 市ト同緯度ノ地方ニ於テハ水平投影 1 平方呎ニ付キ 30 封度トシ New England 地方ニ於テハ同シク 30 封度トシ其中間ノ地ニ在リテハ其地ノ緯度ニヨリテ適當ニ之ヲ定ム可キナリ此等ノ雪荷重ハ 6 吋ノ屋背勾配面ニ對シテハ 16.6 乃至 25 (雪重/45%) ノ垂直荷重ニ相當ス

New York ト同一緯度ノ地方ニ於ケル屋背面上ニ對シテハ雪及風荷重ノ合成垂直荷重ヲ 25 (雪重/45%)

トナスヲ以テ充分ナリトス之ニ檔及屋背被覆ノ曝露面積ニ對スル平均荷重ヲ加算スレハ普通ノ屋背構設計上ニ必要ナル全荷重ヲ得ラル可シ降雪ナキ熱帶地方ニ於テハ此最小荷重ヲ $30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  (約 $6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ )トナセ其他ノ地方ニ在リテハ $40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  (約 $8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ )ヨリ小ナル荷重ヲ用フ可カラス降雪ノ特ニ甚シキ地方ニ於テハ更ニ $5$ 乃至 $10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  (約 $1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ 至 $2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ )ヲ加ヘタルモノヲ以テ其最小限ト爲スコトヲ要ス

吸引力ニ對スル餘裕ハ不必要ナリ——釀テ Stanton ノ假定ニヨリテ算出セラレタル應力表ヲ看其全荷重ニヨル應力ニ注意スル時ハ吸引力ヲ適用セル風壓ニヨル節約ノ甚タ僅ナルコトヲ知ル可ク又假ニ此方法ヲ採用セントスルモ實際上種々ナル故障アルヲ如何ニナス可キカ屋背ニ添ヒテハ種々ノ開キアリ開キノ開閉ノ程度ニヨリテ屋背ハ部分的ニ開放セラレタルモノトナリ斯クシテ假定ノ狀態ハ實際上往々ニシテ變化シ去ルモノナリ從來ノ慣例トシテ煉瓦壁上ニ設置スル屋背ハ兩端ニ於テ之ヲ堅實ニ錠着シ其揚力傾向ニ抵抗セシメ應力交番ノ傾向アル部材ニ對シテハ凡テ剛材ヲ使用シテ之ニ適應セシメ平鐵間鐵ノ類ハ普通ノ屋背構ニハ成ル可ク之カ使用ヲ避ケタリ

茲ニ於テ記者ハ屋背構ノ設計上次ノ如キ假定ヲ爲スヲ以テ甚タ至當ナルモノト信セサル能ハス曰ハク屋背ノ全荷重ニ相當ス可キ曝露面上ノ荷布荷重ヲ假定シ之ヲシテ屋背ノ格點ニ於テ垂直ニ作用セシメ其應力ニ對シテハ一貫シテ同一ナル許容應力ヲ適用ス可シ

#### 五 隅束ヲ有スル構柱ニ於ケル風壓應力

隅束ヲ有スル構柱——隅束ヲ有スル鐵骨建築物ノ中間橫斷構柱ニ就テ研究セントスルニ當リ茲ニ採用ス可キ一例ハ第四圖ニ示ス所ノモノニシテ徑間 $8$ 呎勾配 $1$ 呎ニ付キ $6$ 吋高サハ隅束ノ下部迄 $14$ 呎下弦迄 $20$ 呎ニシテ構ノ間隔ハ $16$ 呎ナリ風壓ハ建築物ノ側面ニ直角ニ $15 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  (約 $3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ )ノ強度ヲ有シ屋背上ノ直角分力ハ $11.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  (約 $2.3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ )トス檐迄 $20$ 呎以上ノ建築物ノ屋背ニ對シテハ $20$ 封度ノ風荷

重ノ直角分力ナル  $1.49$  封度ヲ用フ(柱ハ其脚部ニ於テ不完全ニ固定セラレ其反曲點ハ下端ト隅東ノ下部トノ間ニ於テ下ヨリ其  $\frac{1}{3}$  ノ點ニ在リ柱ノ上端ハ支持セラル、モノト假定ス風壓剪力ハ兩柱ニ同様ニ分擔セラル、モノトス  
其應力圖ハ第五圖ニ示ス如シ  
柱ニ於ケル彎曲率ハ次ノ如シ

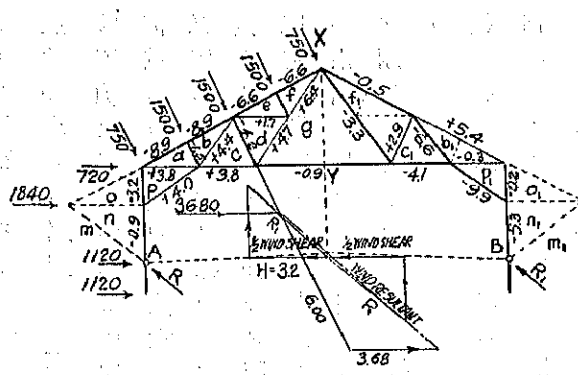


圖 四 第

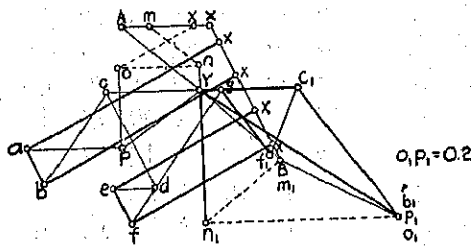


圖 五 第

- 風上柱ノ下端ニ於テ 12,320 尺新度
- 風下柱ノ下端ニ於テ 14,940 尺新度
- 風上隅東ノ下部ニ於テ 19,410 尺新度
- 風下隅東ノ下部ニ於テ 29,870 尺新度

之ニ依リテ最大彎曲率ハ風下隅東ノ下部ニ起ルモノナルコトヲ認ム

推薦ス可キ方法——鐵骨構柱ニ對シテ記者ハ先ツ全等布荷重ニヨル構ノ應力ヲ計算シテ其斷面ヲ決定ス中鋼ニ對スル普通ノ許容應力ハ純斷面ノ應張力ニ對シテハ 16,000 (無風/25%) トシ應力ニ對シテハ公式ニヨリ適當ニ之ヲ減小ス第四及第五圖ニ於テ或ル部材ノ風壓應力カト(無風/25%)ノ等布垂直荷重ニヨル風壓應力ヨリ大ナル時ハ其部材ハ最初ノ計算ニ對スルモノヨリ 50% 大ナル許容應力ヲ用ヒ最大風壓應力ト風壓以外ノ等布荷重トノ和ニ對シテ斷面ヲ決定ス可キモノトス一般ニ  $b_s$  及  $b_{c1}$  ハ之カ爲メ斷面ヲ増

ナル時ハ其部材ハ最初ノ計算ニ對スルモノヨリ 50% 大ナル許容應力ヲ用ヒ最大風壓應力ト風壓以外ノ等布荷重トノ和ニ對シテ斷面ヲ決定ス可キモノトス一般ニ  $b_s$  及  $b_{c1}$  ハ之カ爲メ斷面ヲ増



加スルコトヲ要シ  $cd, cd_1$  及  $gd, gf, gd_1$  等之ニ亞ク或ル部材殊ニ  $\delta$  及下弦材ニ於テハ交番應力ヲ生ス從テ斜材  $bc$  及  $b_1c_1$  ハ單ニ應張力ノミヲ受クル如ク一箇ノ角鉸ヲ用フルコトナク二箇ノ角鉸ヲ使用ス可キモノナリ下弦ニ於ケル應張力ハ靜荷重應張力ニヨリテ打消サレ隅束ノ應力ハ專ラ風壓ニヨルモノナレハ自然増加許容應力ヲ用ヒテ其斷面ヲ決定ス可キモノナリ柱ハ突縁ノ面積ニ注意シ先ツ全等布荷重ニヨル直接應力ニ耐フル如ク其斷面ヲ選定ス第四及第五圖ニ於テ風壓ニヨル最大彎曲率ニ對シテ突縁ニ要スル斷面積ハ柱ヲ桁ト増加セル許容應力ヲ以テ之ヲ算出シ此突縁面積カ最初ノモノニ比シテ其  $1/3$  ヨリ大ナラサル時ハ何等ノ變更ヲ要セズ若シ  $1/3$  ヨリ大ナル時ハ其超過斷面積ヲ附加ス可キモノトス顛倒ニ對スル應壓力ハ等布荷重重中ノ風荷重ニ相當スル部分ニヨル應力ヲ超過スルニ非ザレハ懸念スル必要ナシ

帶桁——側及端ノ帶桁ハ各端ニ於テ支持セラレ  $1/5$  ( $\frac{24000}{12000}$ ) ノ等布水平荷重ヲ有スル一ノ桁トシテ其斷面ヲ定ム其緣維應力ニ對スル許容應力ハ  $24,000$  ( $\frac{24000}{12000}$ ) トス

帶桁ノ設計ハ建築部材中最簡單ナルモノナルノ觀アリト雖是レ經驗ニ徵スルニ比較的多大ノ困難ヲ有スルモノナリ長サ  $16$  乃至  $30$  呎間隔  $5$  呎ニ設置セル  $3 \times 2 \times 1$  又ハ  $1 \frac{1}{2}$  (吋) 角鉸ノ側及端ノ帶桁ハ克ク總テノ應力ニ抵抗シテ已ニ二十年ヲ經過シタル實例アリト雖斯カル慣例ハ妄ニ見テ以テ範トナスニ足ラサルモノナリ

#### 六 鐵骨建築物ニ於ケル綾構ノ特別ナル場合

建築物内ヲ通過スル移動起重機ハ往々隅束ヲ不可能ナラシム從テ斯ル場合ニハ構ヲ柱ニ連結ス可キ隅鉸ハ出來得ル限り大ナルモノヲ使用シ之ニ依リテ適當ナル計算ヲ行フモノトス理想ノ方法トシテハ風壓ニヨル推力ヲ起重機ニヨル橫推力ト共ニ構ノ下弦ノ平面内ノ對角綾構ニヨリテ之ヲ建築物ノ兩端ニ傳ヘ其部分ニ於ケル斜材ニヨリテ地上ニ傳フルニ在リ然レ共此ノ方法ハ往

々建築物ノ兩端ニ開キヲ設置スル爲メ適用スルコト能ハス又溫度ノ變化ニヨル膨脹收縮ノ設備ヲ必要トスル如キ建築物ニ在リテモ同様ニ不可能ナリ

凡テノ場合ニ於テ對風綾構ハ計算應力ニ耐エ且構造物ヲシテ剛性ヲ有セシムル爲メ上弦及下弦ノ平面ニ之ヲ設置ス煉瓦壁上ノ屋背構ニモ亦之ヲ適用ス但シ上弦ノ綾構ニハ長サヲ調整シ得可

キ釘ヲ用ヒ下弦ニハ全然角釘又ハ他ノ剛性アル形ノ鐵材ヲ用ヒ締釘連結又ハ鋸連結トス建築物ノ兩端殊ニ破風ニ在リテハ風壓ノ作用最モ著ルシク各端ニ於ケル格間ノ弦材ノ平面ニ在

ル對角材及各端ノ支柱格間ハ一般ニ風壓應力ニ對シテ充分ナル強度ヲ有スルモノニシテ然ラサル時ハ剪力ハ他ノ格間ニ分布セラル

特別ナル形式ノ建築物ハ各其必要ニ應シテ講究スルコトヲ要ス特ニ破風ノ密閉セラレタル開放セル上屋ハ垂直荷重ヲ受クルト同時ニ又揚力ノ作用ヲ受ク可キモノナリ

### 七 既成心得書ノ評論

鐵骨建築物ニ關スル代表的教科書ナル Ketchum ノ Steel Mill-Buildings ニ於テハ隅東ヲ有スル鐵骨構柱ニ關シテ四種ノ異リタル場合ヲ考究セリ

(1) 側面及屋背ノ垂直投影上ニ  $30^\circ$  (北東/北西) ノ水平風壓ヲ受ケ柱ハ基礎ニ於テ鉸結セラル、場合

(2) 風荷重ハ(1)ノ場合ト同一ニシテ柱カ基礎ニ固定セラル、場合

(3) 側面ニハ  $20^\circ$  (北東/北西) ノ風壓ヲ受ケ屋背ニハ  $30^\circ$  (北東/北西) ノ水平風壓ノ直角分力ヲ受ケ柱ハ基礎

ニ於テ鉸結セラル、場合

(4) 風荷重ハ(3)ト同様ニシテ柱カ基礎ニテ固定セラル、場合

記者ハ此等  $20^\circ$  乃至  $30^\circ$  (北東/北西) ノ荷重ハ必要以上ニ大ナルモノナリト信セサル能ハス又柱ハ基礎面ニ於テ永久堅牢ニ固定セラル、モノニ非ス又實際ニ鉸結セラル、コト稀ナルヲ以テ支柱ハ其脚

部ニ於テ不完全ニ固定セラレ其反曲點ハ基礎面上隅東ノ下端ニ至ル距離ノ $\frac{1}{3}$ ノ所ニ存ストノ假定ハ柱カ基礎面ニ於テ單ニ支持セラル、モノトナシ又ハ反曲點ハ基礎面上 $\frac{1}{2}$ ノ所ニ存ストナスモノニ比シテ一層合理的ナルモノト信セサル能ハス Kekhunn カ建築物ノ側面ニ對シテ $\frac{30}{(H/2)}$ ノ水平風壓ヲ採用シツ、屋背上ニ $30 \frac{(H/2)}{(H/2)}$ ノ水平風壓荷重ノ直角分力ヲ假定セル理由果シテ如何又氏ハ該著書ノ前段ニ於テ Hutton ノ公式ハ極メテ漠然タル實驗ニ據レルモノナルニ反シテ Duchemin ノ公式ハ注意周到ナル實驗ニ據レルモノニシテ今日最信賴シ得ルハ此公式ナリト記シタルニ係ラス何故ニ今此直角分力ヲ求ムルニ當リテ Hutton ノ公式ヲ使用シタルカ氏ハ該著書ノ後段仕様書中ニ風壓ノ直角分力ヲ求ムルニハ Duchemin ノ公式ヲ用フヘキコトヲ指定セリ此公式ニヨレン $30 \frac{(H/2)}{(H/2)}$ ナル水平風壓ノ直角分力ハ $18 \frac{(H/2)}{(H/2)}$ ナリ又對風綾構ニ對スル許容應力ノ増加率ハ僅ニ $35\%$ ニシテ風壓ニヨル直接應力及彎曲應力ニ對スル増加率ハ僅ニ $50\%$ ナリ斯クノ如キ増加率ヲ以テシテハ假定最大風壓ニ際シ雪荷重ヲ最小 $10 \frac{(H/2)}{(H/2)}$ トスルモ到底全荷重ニヨル合成應力ニ適應スルコト能ハス(比較ノ便宜上茲ニ Kekhunn ト同一ノ屋背構及構柱ヲ用ヒタリ) Johnson, Bryan 及 Fenneaux ノ Modern Framed Structures 一ハ G. H. Hutchinson ノ「鍊鐵及鋼製鐵骨構造」ナル章アリ鐵骨建築物構柱ニ關スル三種ノ場合ヲ考究シ Kekhunn ト類似ノ結論ニ達シ居レリ反力及彎曲率ノ求メ方ハ全ク解シ難ク又服膺シ難ク其許容應力ニ關シテハ何等ノ記事ヲ發見スル能ハス Smith ハ「鐵骨建築物構柱上ノ風荷重ニ就テ」(前述)ニ於テ前例ノ構柱ニ對シテ $30 \frac{(H/2)}{(H/2)}$ ノ全水平風力ヲ假定セリ側面ニ對スル風壓ハ同様ニ二本ノ支柱ニ分配シ Duchemin ノ公式ニテ算出セル屋背上ノ全壓力ノ直角分力ノ $\frac{1}{3}$ ハ風上勾配面ニ對スル壓力トシ $\frac{2}{3}$ ハ吸引力乃チ風下勾配面上ノ外向壓力トセリ此ノ際支柱ノ底部ハ鉸結セラル、モノト假定セリ之ヲ Kekhunn ノ結果ト比較セハ減少セル應力ヲ示シタリト雖不幸ニモ氏ハ比較上選定セル例ニ於テ Kekhunn ノ應力ヲ採用シ

30 封度荷重ニ對スル應力ヲ得ル爲メ應力ヲ 50% 増加シタリ然レ共 Kekuhn ハ其屋背ハ 30 封度ノ水  
 平風壓ノ直角分力ヲ受ケ側面ハ 30 封度ノ風壓ヲ受クルモノトシテ計算セルモノナルヲ以テ Smith  
 ハ事實上側面上ニハ 30 封度ノ風壓ヲ受ケ屋背上ニハ  $45 \frac{1}{2} \frac{1}{16}$  (45.3125) ノ水平力ノ直角分力 (Eaton 公式ニ  
 ヨル) ヲ受クル構柱ニ於ケル Kekuhn ノ應力ト氏ノ結果トヲ比較セシナリ  
 乍去同一ノ風力ニ對シテハ Smith ノ方法ハ減少セル應力ヲ與フルモノナリ特ニ柱構柱及檣ニ於  
 テ其然ルヲ見ル而シテコノ減少ヲ採用シ得可キヤ否ヤハ重要ナル問題ナリトス近世鐵骨建築物  
 ノ周面ハ其面積ノ  $1 \frac{1}{4}$  乃至  $1 \frac{1}{2}$  或ハ夫レ以上硝子面ニシテ其大部分ハ換氣法ノ爲メ開放シ得ラ  
 ル、モノナリ今單一側面カ開放セラレタリトナスモ鐵骨建築物ノ内面壓力ハ風上ノ風壓ト風  
 下ノ吸引力トノ平均ナリトノ Smith ノ假定ハ到底之ヲ適用スルコト能ハス強風ニ在リテハ風下  
 ノ窓ハ開放セラレ勝ニシテ風上ノ窓ハ閉鎖セラレ勝ナリ斯カル場合ニハ吸引力ハ元ヨリ起ルコ  
 トナシ側面カ鐵板ニテ蓋ハレタル建築物ニ在リテハ一側面或ハ端ノ被覆ハ概シテ地面上 8 呎又  
 ハ夫レ以上取り除カレアルモノニシテ全ク吸引理論ヲ適用スルコト能ハス從テ種々變化シ易キ  
 事情ニ支配セラル、如キ假定ヲ根據トセル理論ヲ採用スルハ賢者ノ敢テ欲セサル所ナリト謂フ  
 ヘシ  
 結論トシテ風壓ノ適當ナル處分法ハ全然學理的ナルヲ要セス其適用容易ニ且ツ實驗上安全ニシ  
 テ且ツ正當ナルモノトヲ證スルモノタル可キナリ而シテ 15 封度ノ荷重 24,000 封度ノ許容應力及前  
 述ノ如キ反曲點ノ位置ノ假定ハ尙論究ノ餘地アル可シト雖普通ノ鐵骨建築物ニ對シテ之等ノ假  
 定ヲ指定シ之ニ對スル設備ヲ實施スルニ嚴ナラシムルハ妄ニ教科書ノ理論ニ智的同意ヲ爲サシ  
 マントスル現代ノ方法及之ヲ盲目的ニ實地ニ適用セントスルモノニ比シテ遙ニ合理的ナル一策  
 タルヲ感セサル能ハス

## 其三 鐵道橋ニ於ケル風壓應力

(Engineering News, Vol. 73, No. 6, Feb. 11, 1915.)

概要 Tay Bridge 墜落ノ評論英國1870年代ノ慣例トシテ風壓應力ヲ注意セサリシニ反シテ米國工師ハ已ニ殆ンド現今ニ於ケルト同様ノ方法ニ依リテ之ヲ注意シタルコト實驗的進歩ハ慣例ノ根據ナルコト近世ノ仕様書ハ其細目ニ於テ種々雜多ナル相違アレ共將來ハ一層ノ統一ヲ見ルニ至ル可キコト及横震動力ハ風壓ト別ニ之ヲ指定ス可キモノナルコトヲ論ス

## 一 Tay Bridge 橋梁

Tay Bridge ノ變災ハ1879年十二月二十八日夕刻ノコトナリキ強烈ナル暴風ノ最中ニ徑間245呎ノモノ十一連及徑間227呎ノモノ二連ヨリ成ル橋梁ハ之ヲ通過中ナリシ列車ト共ニ河中ニ墜落シタリ當時世界ノ最大橋タリシ Tay Bridge カ開通後二ケ年ナラスシテ墜落セシ此ノ一大事變ハ遂ニ大英國ニ於ケル橋梁製作上ニ一ノ紀元ヲ劃スルニ至レリ鐵道橋ニ於ケル風壓應力ハ此レ以前ニハ殆ント注意セラレサリシカ此ノ事變以來其範圍ハ別問題トシテ慎重ニ考慮セラル、ニ至レリ

English Board of Trade ハ此事變ノ原因ノ調査及其報告ヲ Court of Inquiry ニ指命セリ今日ニ至リ此橋梁ノ計畫ニ於テ風壓應力ニ對スル設備ヲ成シタリトノ立證ヲ一讀スルモ亦興味アルコトナリ Sir George Airy, Astronomer Royal ハ Forth 海門ニ於ケル1,600呎ニ徑間ノ橋梁ニ對シテ Sir Thomas Bouch ノ計畫セル對風設備ノ問題ニ關シテ約七ケ年以前ニ協議セルコトヲ證シ氏ハ斯カル表面ノ全部ニ起リ得可キ最大風壓ハ10( $\frac{100}{3}$  磅/平方呎)ナルコトヲ自身ノ意見トシテ提出セリ

Tay Bridge ノ設計者 Sir Thomas Bouch ハ特ニ風壓ニ對シテ何等ノ餘裕ヲモ爲サハリシコトヲ明言セリ然レ共 Forth Bridge ニ關スル報告ヲ見テ氏ハ最大風壓ハ約10( $\frac{100}{3}$  磅/平方呎)ナル可シト思考シ居タリ Court of Inquiry ノ多數黨ノ報告ハ結局次ノ如シ

1900

要スルニ吾等ハ風壓ニ關シテ Board of Trade ヨリ何等ノ要求ナク又鐵道構造物ニ對スル風壓ニ關シテ工業家中ニ何等理解セラレタル規程ナキコトヲ陳述セサル能ハス故ニ吾等ハ Board of Trade タルモノハ宜シク之カ爲メニ規程制定上必要ナル研究ニ其方針ヲ向ケラレンコトヲ希望シテ已マサル次第ナリ

小數黨報告ハ The Court ノ第三委員ニヨリテ成サレタリ其要領次ノ如シ

Sir Thomas Bouch ノ審判ハ宜シク氏カ橋梁設計及建設當時ノ風壓ニ關スル吾等ノ知識ノ程度ニ依リテ之ヲ行フ可キナリト主張スルモノ有レ共氏ハ當時已ニ佛國工師ハ 15 (噸/平方呎) ノ餘裕ヲ米國工師ハ 50 (噸/平方呎) ノ餘裕ヲ採用セシコトヲ知ラサル理ナシ

1880 年及 1881 年ノ著書ニテ屢參考セラル、論文ハ橋梁建築商社ノ一社員ナル Edgar Gilkes ノ The Tay Bridge ニシテ 1876 年十一月六日 Cleveland Institution of Engineers ニ於テ講演セラレタルモノナリ其後痛ク氏ヲ惱マシタルハ論文中ノ次ノ文句ナリ

此橋梁ニ於ケル風ノ作用ニ關スル熟慮ハ克ク此ノ橋梁ノ吹キ飛ハサル可キ懸念ヲ懷カシムル如キ理論ヲ解決スルニ足ルモノナリ一箇ノ大橋脚ノ曝露面ハ約 800 平方呎ニシテ之ニ作用スル構造物ノ面積ハ約 800 平方呎餘ナリ故ニ列車ニ對シテ 800 平方呎ノ面積ヲ假定スレハ此橋脚ニ對スル曝露面ハ 2,400 平方呎トナル 21 (噸/平方呎) ノ風壓ハ頗ル強烈ナル暴風ニヨル風壓ナレ共橋脚ハ此ノ有效面積ニ對シテ 96 (噸/平方呎) 以上ノ風壓ヲ加フルニ非レハ轉倒スルコトナシ從テ最モ烈シキ颶風ニ於テモ其半ニ達スルニ過キササルナリ

C. Shaler Smith ハ米國ノ法則ニヨレル注意深キ計算ノ後上部構造物ノ曝露面ハ 800 平方呎ニ非スシテ 2,576 平方呎ナルコトヲ知レリ而シテ London Engineering ハ又列車曝露面ハ 800 平方呎ニ非スシテ 1,630 平方呎ナルコトヲ示シタリ

## 二 往時ニ於ケル英國ノ慣例

當時ノ教科書及論文ニハ未タ構造物ニ對スル風壓ニ關シテ論シタルモノ極メテ寡ク Humber ハ其大部ナル著書 Complete Treatise on Cast-and Wrought-Iron Bridge Constructions ニ於テ之ヲ論セシ Urwin ノ 1869 年發行 Wrought Iron Bridges and Roofs ハ其當時迄ノ何レノ著書ヨリモ優リタル教科書ニシテ氏ノ屋背上ノ風壓ニ關スル記事ハ今日尙引用セラル、モノナレ共橋梁上ノ風壓應力ニ關シテハ何等論及スル所ナカリキ Encyclopaedia Britannica (1876年)第九版ノ橋梁ニ關スル項ハ Jenkin 教授ハ一論文トシテ印刷セラレタル 58 頁ニ亘ル密接セル記事ナレ共對風綾構ニ關シテハ一言モ論セラレサリキ

1873 年 Thomas Cargill ハ其 The Strain upon Bridge Girders and Roof Trusses ニ於テ述ヘテ曰ハク理論的ノ計算ニ於テハ橋梁上ヲ通過スル重キ列車ニヨル激シキ衝動、打撃及此等ニ起因スル震動ニ對シテハ何等ノ餘裕ヲ考ヘスト雖工師熟練ノ判斷ニヨリテ斯カル餘分ノ綾構ヲ設置シテ之ニ對抵セシムルヲ普通トス此等ハ教科書ニヨリテ學ヒ得サル事ナリト橋梁ニ對スル風ノ作用ニ關シテ氏ハ何等ノ注意ヲ與ヘス唯「彎曲屋背構」ノ章ニ於テ次ノ如ク述ヘタリ

或ル著者ハ部材ノ強度ニ大ナル餘裕ヲ存セシムル時ニ風壓ニ對シテ大ナル應力ヲ採用ス然レ共斯カル口實ハ實際ヲ離レテ徒ニ理論ニ拘泥セルノ感アリ

1860 年代ノ初 Rankine ハ Manual of Civil Engineering ニ於テ筒形桁ニ對スル風ノ影響ニ關シ一ツノ公式ヲ與ヘタリ其註ニ曰ハク「英國ニ於テ今日迄觀測セラレタル最大風壓ハ  $35 \frac{1}{2}$  (約 157 磅/平方呎) ナルモコノ觀測ハ未タ曾テ橋梁工師ニヨリテ注意セラレタル記録ナシト Ritter ノ Elementary Theory and Calculation of Iron Bridges and Roofs ノ獨逸語版ハ初メテ 1862 年ニ發行セ

ラレ其英譯ハ1879年ニ出版セラレタリ此著書ニ於テハ横荷重ヲ垂直動荷重及靜荷重ノ總荷重ノ百分率トシテ考ヘタリ考案中ノ特殊ナル橋梁ニ於テハコノ比ヲ1 $\frac{1}{7}$ ト假定セリ

Layer Bridge 墜落後議論ノ發端ハ鐵道構造物上ノ風壓ノ問題ヲ攻究スル爲メニ Board of Trade ニヨリテ任命セラレタル委任事件ナリトス委員會ハ1881年ニ報告ヲナシ其五ヶ條ノ勸告書ノ要領次ノ如シ (1)鐵道橋並ニ鐵道用陸橋ニ對シテハ計算上  $26 \frac{1}{2}$  (或ハ  $26 \frac{1}{4}$ ) ノ最大風壓ヲ假定ス可シ (2)曝露面積ハ構或ハ格構ノ間隔ニ從ヒテ前面積ノ1乃至2倍トス (3)風壓ニヨル應力ニ對シテハ2ノ安全率ヲ採ル可キコト 以上之等ノ勸告書ハ遂ニ英國ノ法律トセラレタリ

### 三 往時ニ於ケル米國ノ慣例

米國ニ於ケル對風綾構ノ歴史的發達ハ頗ル興味アルモノナリ Pennsylvania 鐵道ノ技監ニシテ Pennsylvania College ノ數學教授ナル Hernan Haupt, A. M. ノ著書 General Theory of Bridge Construction 1851年ニ出版セラレタリ橋梁構ヲ正式ニ解説シタル最初ノ著書ハ Squire Whipple ノ著 A Work on Bridge Building (1847年 Utica, N. Y. 出版)ナリトス本書ハ出版以後永ラク世人ニ知ラレサリシカ此ノ出版ヲ知ラスシテ發刊セラレタル Haupt ノ著書ハ忽チ世ニ弘マリ數年間ニシテ定評アルモノトシテ認メラル、ニ至レリ Haupt ノ著書第一部ニ次ノ如キ記事アリ

横綾構設置ノ要ハ風及其他ノ複雜ナル原因ニヨリテ路面ヲ横方ニ彎曲セシメントスル作用ニ備フルニ在リ……………最大ノ横應力ハ  $15 \frac{1}{2}$  (或ハ  $15 \frac{1}{4}$ ) ナル風壓ノ作用ニヨリテ起ルモノナリ……………

第一部發刊ノ後若干ノ時日ヲ經テ成リタル第二部ニ於テ氏ハ次ノ如ク述ヘタリ  
現在使用セル最大重量ノ機關車ハ約33噸ノモノニシテ其長サハ33呎ナリ橋梁ノ横綾構ニ於ケル最大應力ハ颶風ノ作用ニ起因スルモノナリ此應力ハ概シテ普通ニ推算セラル、モノヨリ遙ニ大ナルモノナリ Susquehanna Bridge ニ於テ其未成ノ橋梁六連ヲ破壞セシ颶風ニ際スル觀測ハ



著者ヲシテ風ノ直接ノ影響ハ水面上ノ反射ニヨリテ増大セラル、モノナルコトヲ信セシメタリ……………風力30(普通/特殊)ノ壓力ヲ生スルモノナリト假定スレ……………云々……………

1849年三月二十七日ノ颶風トシテ知ラレタルモノアリ當時 Harrisburg 附近 Susquehanna River ニ架橋中ナリシ高架橋ハ Pennsylvania 鐵道ニヨリテ築設セラレツ、アリシモノニシテ中心離間 160 呎ノ二十二ケノ橋脚ニテ支持セラル可キ構ハ其形式 Howe 型ニシテ之ニ加フルニ木拱橋ヲ以テセリ第十四徑間ノ架橋セラレタル後前記ノ颶風來襲シテ遂ニ六連ノ桁ヲ奪ヒ去リタリ其時請負人ハ拱橋ノ差込ニ追ハレ且對風上必要ナル筋違ハ拱取付後ナラテハ緊結シ能ハサリシヲ以テ橋脚上及徑間ノ中心ヲ除キテハ此ノ設備ヲ等閑ニ附シタリ風ノ方向ハ橋梁ノ方向ニ直角ニシテ橫綾構ノ不完全ナリシ六連ノ桁ハ之レカ爲メ破壞セララル、ニ至リシナリ

其後年ヲ閱ル稍久シクシテ 1870 年代ノ初メニ於ケル米國ノ教科書ニハ尙何等對風綾構ニ就テ述フルモノナシ De Volson Wood ハ其著 Theory on the Construction of Bridges ニ於テ本問題ニ就キ僅ニ半頁足ラスノ記述ヲナシ又 Greene ハ其 Bridge Trusses ニ於テ之カ爲メ僅ニ一頁ヲ割キタリ Col. Merrill ハ其 Iron-Truss Bridges for Railroads ニ於テ對風綾構ニ關シテ何等ノ記述ヲナサス Shreve ハ佛語ニ譯セラレタルコトアル Treatise on the Strength of Bridges and Roofs ニ於テ垂直應力、水平應力、並應力、筋違應力等ノ文字ヲ用ヒタルモ風ニ關シテハ何等記述スル所ナク水平面ノ綾構ニ關シテモ亦何等記載セス 1869 年 Roebling 著 Long and Short Span Railway Bridges ニ於テモ同様ナリ

乍去米國ノ慣例ハ教示ノ先鞭ナリト謂フ可キモノニシテ C. Shaler Smith ハ 1882 年十二月十五日 Wind Pressure upon Bridges ナル有益ノ論文ヲ American Society of Civil Engineers ニ提出セリ氏ハ幾多ノ橋梁建築ノ際自身ノ用ヒタル仕様書ヲ掲ケタリ其建築セル橋梁中ニハ風ニ曝露セル場所ニ架セラレタルモノアリテ之ニ對スル氏ノ指定次ノ如シ

橋門構、垂直綾構及水平綾構ハ平均 10 (呎<sup>2</sup>/呎)ノ列車面及一側構ノ垂直面ノ2倍ノ面積ニ對シテ 30 (呎<sup>2</sup>/呎<sup>2</sup>)ノ風壓ヲ受クルモノトシテ斷面ヲ決定ス可シ列車面ニ對スル 300 (呎<sup>2</sup>/呎)ノ壓力ハ動荷重トシ構上ノ壓力ハ靜荷重トシテ取扱フ可シ但シ徑間 200 呎以下ノ構ニ對シテハ動荷重ナキ場合ニハ 50 (呎<sup>2</sup>/呎<sup>2</sup>)ノ壓力ニ對シテ計算シ何レカ大ナル應力ニヨリテ綾構ノ斷面ヲ決定ス可シ當時ノ先進的橋梁會社ハ實際ニ此等ノ示方書ヲ採用シタリ尙此論文中次ノ記事ハ玩味ス可キコトナリ

多クノ工師ハ曝露面上ノ每平方呎ニ對スル風壓強度ヲ使用スル代リニ橋梁上長サ1呎毎ニ何封度ノ風壓トシテ指定セラレンコトヲ希望ス一例トシテ 300 呎徑間ノ橋梁ニ關スル指定ハ次ノ如ク簡潔ナラシムルコトヲ得

路面<sup>上</sup>ノ動荷重

210 (呎<sup>2</sup>/呎)

路面ヲ支持セザル壁ノ面ニ於ケル靜荷重

130 "

路面<sup>上</sup>ノ動荷重

300 "

Encyclopedia Britannica 第十一版中 Unwin カ橋梁ノ項ニ於テ對風綾構ニ關スル米國慣例ノ代表者トシテ C. Shaler Smith ヲ紹介シタルハ吾等ノ快トナス所ナリ

1878 年 Theodore Cooper ノ制定ニ係ル Erie 仕様書ニ於ケル規定次ノ如シ

上路式橋梁ノ上方橫綾構及下路式橋梁ノ下方橫梁構ハ風壓應力及震動ニ備フル爲メ徑間上長サ1呎ニ付キ 450 封度ノ橫荷重ニ抵抗シ得ル如ク其斷面ヲ決定ス可シ但シ其内 300 封度ハ動荷重トシテ取扱フ可シ

上路式橋梁ノ下方橫綾構及下路式橋梁ノ上方橫綾構ハ徑間上長サ1呎ニ付キ 150 封度ノ橫荷重ニ抵抗シ得ル如ク斷面ヲ決定スヘシ

斯ノ如ク鐵道鐵橋ノ初期ニ於テ米國ノ工師ハ風力ヲ認識セル點ニ於テ遙ニ英國ノ同輩ニ卓越セルヲ認ム

#### 四 問題ノ要項

1887年倫敦ニ於テ T. Claxton Filderノ A Practical Treatise on Bridge Construction ナル書出版セラレ其第二十四章ハ「風壓及對風綾構ニ就テ」ナリキ 1894年米國ニ於テ當時海軍大佐ナリシ Baily 將軍ハ風壓ニ關スル著書ノ評論中ニ「此章ハ恐ラク今日迄ニ刊行セラレタル總テノモノハ中唯一ノ好良簡明ニシテ理解シ易キ實用的評論ナリ」ト記載セリ此特色ノ形容ハ今日尙的中シ居ルモノ、如シ該章ヨリノ拔萃次ノ如シ

例ヘハ一ノ長キ橋梁ニ於テ風壓ニ抵抗スル爲メ及之ニ必要ナル材料ヲ支持スル爲メ多量ノ鐵材ヲ要スルコトヲ認ムト雖モ吾等ハ復風壓應力ヲ其實際ノ大サノ 100% ヨリ少ク計上シ難キコトヲ認メサル能ハス……斯ク不確實ナル狀態ニ在リテハ責任アル工師ハ一般ニ安全ナル方面ニ誤ランコトヲ希望ス然レトモコハ甚不經濟ナル處置ナルコトヲ忘ル可カラス……乍去反對ノ方面ノ誤ハ時ニ一層悲惨ナル結果ニ到達スルノ危險アルコトヲ注意セサル可カラス此等ノ文章ノ刺激ハ眞理ナリ風ニ對スル吾等ノ智識ハ不確實ニシテ高速度ノ風ニ對シテ殊ニ然ルヲ覺ユルナリ橋梁上ノ風壓應力ニ關スル未知ノ事項寡カラスト雖モ之ヲ要スルニ次ノ二問題ニ歸ス

(1) 單位面積ニ對シテ假定スヘキ風力如何

(2) 風ノ作用ニ對シテ曝露面ヲ如何ニ假定ス可キカ

風速ハ一般ニ速度ニヨリテ測定セラル、モノニシテ吾等ノ接手セル最良ナル報告ニ依レハ (Weather Bureau 標準) 風速計ニテ記錄セル 100 (哩/時) ノ風速ハ實際 75 哩ニシテ其方向ニ直角ナル一表面ニ

對シテ  $23 \left( \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$  ノ壓力ニ相當スルモノナリ  $30 \left( \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$  ノ壓力ハ  $120 \left( \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$  ノ指示速度ニ相當シ克ク空荷車普通列車ヲ顛覆シ開豁ナル地上ノ樹木ヲ掃倒ス可シ突發的烈風ノ間列車ハ橋梁上ニ停車シ居ルコトヲ得可シトナスモ運轉手ハ到底斯ル際ニ列車ヲ橋梁上ニ進行セシムルコト能ハサル可ク人ハ如何ニ脚ヲ屈クルモ到底自身ノ身體ヲ地上ニ停ムルコト能ハサル可シ之ニ依リテ見レハ  $30 \left( \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$  ノ壓力ハ假定風壓トシテ充分ナルモノナル可シ

第二ノ問題ハ之ヲ考究スルニ第一ノモノニ比シテ其解決一層困難ナルモノナリ一ノ橋梁カ二箇或ハ夫レ以上ノ構ヨリ成リ構ノ間隔數呎ニシテ構ノ部材ハ悉ク他ノ構ノ部材ヲ隠蔽スル如ク製作セラル、如キ場合ニ在リテハ風ノ作用ハ自カラ一平面又ハ單一ナル物體ニ對スルモノトハ其趣ヲ異ニスルモノナリ之ニ對スル吾等ノ智識ハ甚淺薄ナリ Forth Bridge (Engineering, Sept. 5, 1884 参照)ニ於ケル Baker ノ實驗及 National Physical Laboratory (Proc. of Inst. of C. E., Vol. CLVI and Vol. CLXXI 参照)ニ於ケル Stanton ノ實驗ハ一般ニ參考セラル、所ナリ C. Shaler Smith ハ前述ノ如ク「一箇ノ構ノ曝露垂直面ノ2倍ノ面積ヲ用ヒタリ一箇ノ構ノ垂直表面ヲ計上スルニハ上弦及柱ノ圖上正面面積ニ抗張材面ノ  $1\frac{1}{2}$  倍及下弦面ノ2倍ヲ加ヘタリ (Trans. Am. Soc. C. E., Vol. X. 参照) Du Bois 著 The Stresses in Framed Structures ニ於テ一般ノ法則トシテ單一構ノ表面積ヲ算出スルニ一ノ方法ヲ與ヘタリ曰ハク「最初ノ推算ニハ兩構ニ對スル曝露面ハ  $10 \left( \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$  トナスモ可ナリト Johnson, Bryan 及 Turneure 著 The Theory and Practice of Modern Framed Structures ニ於テ總テ構及床ノ曝露面ハ正面面積ヲ以テスト記セリ Meriman 及 Jacoby 著 A Text Book on Roofs and Bridges ニ於テ又 Heller 著 Stresses in Structures ニ於テ又其他幾多ノ著者ハ其著書ニ於テ同一ナル意見ヲ有セリ Hisband 及 Harby 著英國ノ教科書 Structural Engineering ニ於テ高壓ニ曝露セラレタル橋梁ノ面積ハ其形式ニ依リ正面面積ノ1倍乃至約3倍ニ達スルモノナリト述ヘ又他ノ英國教科書 Anglin 著 The

Design of Structures ニハ次ノ如キ記事アリ「二重ノ腹材ヲ有スル格構ニ在リテハ腹材ノ正面面積ノ2倍ヲ採用ス可シ……若シ橋梁カ二箇ノ斯カル桁ヨリ成ル時ハ風壓ハ正面面積ノ4倍ニ等シキ面積ニ作用スルモノトシテ考フ可キモノトス又同書ハ米國工師ハ荷重アルモノニ對シテハ30 (註)ノ荷重ナキモノニハ50 (註)ノ風壓ヲ假定スト附記セリ

以上述フル所ニ依リテ吾等ハ直ニ單ニ橋梁ノ曝露面ノミヲ與フル仕様書ハ未タ以テ充分ナル指定ヲナセルモノトナス能ハサルコトヲ認メサル可ラス設計者ヲシテ計算上採用ス可キ曝露面ノ範圍ヲ指定スルコトナクシテ單ニ每平方呎ニ對スル風壓力ヲ與フル如キ仕様書ハ不完全ナルモノタルヲ免レス

茲ニ吾等ハ風壓以外ノ橫力ニヨル橫應力ノ存在ス可キコトヲ注意セサル可カラス急速ナル列車ノ通過又ハ機關車ノ橋梁上ニ差掛リタル利那ノ動搖ハ可ナリノ橫力ヲ起スモノナリ此橫震動ハ其性質上下震動ニ比シテ一層危險ナルモノナリ (Trans. Am. Soc. C.E., Vol. XVI 參照從テ風力ノ有無ニ關セス橫震動ニ對シテ剛性ヲ有セシムル必要アリ小徑間ノモノニ對シテハ恐ラク風壓ニ對スルヨリ更ニ重要ナル條項ナル可シ但シ橫震動ト風壓應力ノ關係ハ之ヲ定ム可キ適當ナル方法ナキヲ遺憾トス

加之橋梁ノ抗壓弦ニハ橫綾構ヲ設置シテ之カ直線定置ノ狀態ヲ保タシメサル可カラス之カ爲メニ要ス可キ材料ハ現今ノ智識ヲ以テシテハ精確ナル計算ヲ爲ス能ハス (Reichman, Journal of the Western Soc. of Eng'rs., Vol. 29 參照)

或ル仕様書ニ於テハ曲線軌道ノ爲メニ生スル離心力ヲ除キテ他ノ總テノ橫荷重ニ對スル設備ハ暗ニ對風設備ニ包含セラレ又他ノモノニ在リテハ其目的ニ依リテ橫力ニ對シ「風壓荷重及橫震動ニ對シ」ノ如キ語ヲ用フルヲ常トス

横荷重ヲ橋梁ニ對シテ(註三)單位ニテ示スモノハ(註四)單位ニテ示スモノニ比シ競争設計ノ際評價人カ同一ノ根據ニヨリテ設計ヲ試ムルコトヲ得ルノ利益アリ理論的ニ考フル時ハ風自身ハ每平方呎ノ壓力ヲ以テ示シ横震動ヲ生ス可キ力ハ動荷重ノ百分率ヲ以テスルヲ至當トス機關車ノ重量及荷車荷重ハ漸次増加スルモノナレハ斯クシテ震動増加ノ傾向ニ備フルモノナク又或ル工師ハ徑間ハ 200 呎ヨリ小ナルカ或ハ夫レ以上ナルカニ依リテ異リタル横荷重ヲ假定ス

通過列車上ノ風壓ハ動荷重トシテ取扱フ可キモノナレ共構造物自身上ノ風壓ニ對シテハ工師ニ依リ其意見ヲ異ニス或ル者ハ之ヲ動荷重トシ或ル者ハ之ヲ等布荷重ト假定ス

端ノ鎮礎ニ關シテ Waddellノ De Pontonsヲ參照スレハ次ノ記事アリ「自己ノ重量如何ニ大ナルモ普通ノ固定桁ハ支點上ノ各支承面ニ於テ支持點ニ有效ニ鎮礎スルコトヲ要ス」設計樞要定説第二十(六項)

橋梁ノ批評ヲ試ミントスルモノハ先ツ往時ノ「舊 Victoria 型」(The Tugela Bridge, Engineering, Jan. 26, 1900 參照)ニ注意セサル可カラス本橋ハ上方綾構ヲ有セスシテ各柱ニ拱形ノ門構ヲ設置セリ總テ材料ヲ不經濟ニ使用シ横應力ニ對シテ頗ル不明ナル點アルモノナリ

#### 五 現代ノ仕様書

American Railway Engineering Association, 1910 年ノ仕様書ノ規定次ノ如シ

凡テ桁ハ載荷弦ニ於テハ 200 (註五)ノ横力及一軌道上ノ指定列車荷重ノ 10%ノ横力作用シ不載荷弦ニ於テハ 300 (註六)ノ横力作用スルモノトシテ設計スルコトヲ要ス

American Bridge Co. 或ハ Schneider 仕様書ニテハ次ノ如ク指定セリ

先ツ構及牀ノ全正面曝露面及軌條底面上 2 呎 6 吋ヨリ平均高 10 呎ヲ有スル列車面ニ對シテ 30 (註七)ノ横力ヲ考ヘ次ニ構及床構全正面曝露面ニ對シテ 50 (註八)ノ横力ヲ考ヘ兩者ノ中何レ

カ大ナル結果ニ依リテ部材ノ斷面積ヲ決定スヘシ  
 Cooper 仕様書ハ載荷弦ニ對シテ横力  $600 \frac{\text{磅}}{\text{呎}}$  トシ其中  $50$  封度ハ軌條底面ヨリ  $6$  呎ノ線上ニ於  
 テ列車ニ作用スルモノトシテ計算ス可キコトヲ指定シ不載荷弦ニ對シテハ徑間  $300$  呎迄ハ  $300 \frac{\text{磅}}{\text{呎}}$   
 トシ夫レ以上徑間  $50$  呎ヲ増ス毎ニ  $25 \frac{\text{磅}}{\text{呎}}$  ヲ加フルモノトシ之ニ對シテ適當ナル設計ヲ要  
 求ス

次ニ列擧ス可キ鐵道仕様書ハ鐵道橋設計ニ對スル風力及横力ノ種々異リタル假定ヲ示サンカ爲  
 メ多數ノ仕様書ヨリ拔萃セルモノナリ一般ニ風壓ハ橋梁ニ直角ニ作用スルモノトシハ橋梁  
 ノ長サ  $1$  呎ニ付キ封度ノ意ナリ

Baltimore & Ohio R. R. Co.—載荷弦ニ對シテハ  $600 \frac{\text{磅}}{\text{呎}}$  不載荷弦ニ對シテハ  $200 \frac{\text{磅}}{\text{呎}}$  ノ動荷重ヲ  
 横力トス

Buffalo, Rochester & Pittsburgh Ry. Co.—(a) 載荷セラレタル構造物ニ對シテハ構及牀構ノ曝露面及  
 軌條底面上  $2$  呎  $6$  吋ヨリ平均  $15$  呎ノ高サヲ有スル通過列車ノ正面ニ對シテ  $80 \frac{\text{磅}}{\text{呎}}$  トス (b) 載  
 荷セラレサル構造物ニ對シテハ「前記  $30 \frac{\text{磅}}{\text{呎}}$ 」ノ代ニ「 $50 \frac{\text{磅}}{\text{呎}}$ 」トス如何ナル場合ニモ載荷弦ニ  
 對シテハ靜荷重  $200 \frac{\text{磅}}{\text{呎}}$  及動荷重  $300 \frac{\text{磅}}{\text{呎}}$  不載荷弦ニ對シテハ靜荷重  $150 \frac{\text{磅}}{\text{呎}}$  ヨリ小ナル可カ  
 ラス

Canadian Pacific Ry. Co.—Schneider 仕様書ト同様

Chesapeake & Ohio Ry. Co.— $200$  呎及夫レ以下ノ橋梁ニ對シテハ不載荷弦ニ對シテ  $200 \frac{\text{磅}}{\text{呎}}$   $200$   
 呎ヨリ大ナルモノニ對シテハ徑間  $50$  呎ヲ増ス毎ニ  $10 \frac{\text{磅}}{\text{呎}}$  ヲ加フ可キモノトス載荷弦ニ對シ  
 テハ前記ノ荷重ニ加フルニ軌條底面上  $8$  呎ニ作用スル  $500 \frac{\text{磅}}{\text{呎}}$  ノ動荷重ヲ考フ可キモノト  
 ス

1910

Chicago, Milwaukee & St. Paul Ry. Co.—載荷弦ニ對シテハ750(英/尺)不載荷弦ニ對シテハ200(英/尺)ノ横カヲ假定シ共ニ動荷重トシテ取扱フ可シ

Delaware & Hudson Co.—載荷弦ニ對シテハ300(英/尺)ノ動荷重及200(英/尺)ノ靜荷重不載荷弦ニ對シテハ200(英/尺)ノ靜荷重ヲ假定シ複線橋ニ對シテハ此等ノ1/2ヲ増加ス可シ

Delaware, Lackawanna & Western R. R.—載荷弦ニ對シテハ300(英/尺)ノ動荷重ヲ考ヘ靜荷重ハ300(英/尺)トシ之ヲ載荷弦及不載荷弦ニ等分ス可シ

Grand Trunk Railway System ニテハ仕様書ノ標題頁ニ「秘」ト印刷シアルヲ以テ引用ヲ憚ルコトノス

Harriman Lines—前記 Buffalo, Rochester & Pittsburgh Ry. Co.ト同様

Lehigh Valley R. R. Co.—載荷弦ニ對シテハ700(英/尺)ノ動荷重不載荷弦ニ對シテハ300(英/尺)ノ動荷重ヲ採用ス

重ヲ採用ス

Long Island R. R. Co.—(第一)正面曝露面及軌條底面上2呎5吋ノ高サヨリ平均10呎ノ通過列車面ニ對シテ30(英/尺)但シ載荷セラレサル弦ニ對シテ200(英/尺)ヨリ小ナルコトヲ許サス(第二)

構造物ノ正面全曝露面ニ對シテ50(英/尺) Mexican International R. R. Co.—載荷弦ニ對シテハ600(英/尺)不載荷弦ニ對シテハ200(英/尺)トシ共ニ

動荷重トス

動荷重トス

National Lines of Mexico—全構造物及軌條ノ全正面ニ對シテ荷重ナキトキハ50(英/尺)トシ荷重アルトキハ同面及軌條底面ヨリ2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 呎ヨリ平均10 呎ノ高サヲ有スル通過列車面ニ對シテ80

(英/尺)トス如何ナル橋梁ノ何レノ弦ニ對シテモ風壓靜荷重ハ150(英/尺)ヨリ小ナルコトヲ許サス

サス

New York Central Lines—(第一)構造物ノ中心軸ニ平行ナル一平面上ニ於ケル構造物ノ垂直投射影



ノ $1\frac{1}{2}$ 倍ニ對シテハ $30\left(\frac{\text{静荷重}}{\text{動荷重}}\right)$ ノ動荷重(但シ不載荷弦ニ對シテハ $200\left(\frac{\text{静荷重}}{\text{動荷重}}\right)$ ヨリ小ナルコトヲ許サス)及軌條底面ヨリ $8$ 呎ノ上部ニ作用スル $360\left(\frac{\text{静荷重}}{\text{動荷重}}\right)$ ノ動荷重ヲ考フ可シ(第二)載荷セラレサル構造物ニ對シテハ其中心軸ト平行ナル一平面上ノ垂直投射影ノ $1\frac{1}{2}$ 倍ニ對シテ $50\left(\frac{\text{静荷重}}{\text{動荷重}}\right)$ ノ動荷重ヲ考フ可シ

New York, New Haven & Hartford R. R. Co.—A. R. E. Assn. ト同様

New York, Ontario & Western Ry. Co.—A. R. E. Assn. ト同様ニシテ複線ニ對シテハ靜荷重ヲ $50\%$ 増加

ス但シ動荷重ハ變化セズ

Norfolk & Western Ry. Co.—Schneider 仕様書ト同様但シ軌條底面以上 $2$ 呎 $6$ 吋ナル語ヲ省略ス

Pennsylvania Lines West of Pittsburgh—不載荷弦ニ對シテハ $150\left(\frac{\text{静荷重}}{\text{動荷重}}\right)$ トシ載荷弦ニ對シテハ $200\left(\frac{\text{静荷重}}{\text{動荷重}}\right)$

トシ載荷弦ニ對シテハ軌條面以上 $6$ 呎ノ高サニ作用スル $300\left(\frac{\text{静荷重}}{\text{動荷重}}\right)$ ノ動荷重ヲ考フ可シ

Pennsylvania R. R. Co.—Schneider 仕様書ト同様

Philadelphia & Reading Ry. Co.—各弦ニ對シテ $150\left(\frac{\text{静荷重}}{\text{動荷重}}\right)$ ノ等布荷重ヲ考ヘ載荷弦ニ對シテハ更ニ

$400\left(\frac{\text{静荷重}}{\text{動荷重}}\right)$ ノ動荷重カ軌條面上 $7\frac{1}{2}$ 呎ノ所ニ作用スルモノトス

Piedmont & Northern Lines—A. R. E. Assn. 同様

Seaboard Air Line Ry.—A. R. E. Assn. 同様

Southern Ry. Co.—A. R. E. Assn. 同様

Western Maryland Ry. Co.—不載荷弦ニ對シテハ $150\left(\frac{\text{静荷重}}{\text{動荷重}}\right)$ ノ靜荷重載荷弦ニ對シテハ $200\left(\frac{\text{静荷重}}{\text{動荷重}}\right)$ ノ靜

荷重ヲ考ヘ更ニ $400\left(\frac{\text{静荷重}}{\text{動荷重}}\right)$ ノ動荷重カ軌條底面上 $6$ 呎ノ距離ニ作用スルモノトス

Western Pacific Ry. Co.—Western Maryland 同様

現代ノ仕様書ヲ通覽スルニ其指定要求ノ範圍廣大ニシテ遽ニ共通ナル標準ニ一致セシムルコト

ノ困難ナルヲ感ス然レ共 American Railway Engineering Association ノ仕様書ヲ採用スルモノ漸次ニ増加スル事實ハ注意ス可キ現象ナリ歐羅巴ニ於テハ橋梁ハ各國政府ノ定則及規程ニ從ヒテ建築セラレ、ニ依リ一面ニ於テ統一ノ利益アリト雖亦此ニ伴フ缺點アルヲ免レス Unwin 曰ハク「英國ノ橋梁ノ製造者ハ Board of Trade ノ規程ノ爲メ聊カ許容應力ノ合理的限度ヲ制限セラレト」

#### 六 許容應力

凡ソ橋梁用材ノ多寡ハ假定許容應力ノ大小ニ伴フカ如ク復假定荷重ノ如何ニ關係スルモノナリ約十年前故 Heller 教授 (Engineering News, Nov. 19, 1903 參照) ハ徑間 134 呎ノ橋梁ノ下弦ニ於テ同一動荷重及同一靜荷重ニ對シ氏カ試ミタル二十八種ノ仕様書ニ依リテ必要ナリト計算セラレタル平均斷面積ハ 254 (平方呎) ニシテ最大斷面積ハ之ニ比シテ 18.6% 大ニシテ最小斷面積ハ之ニ比シテ 11.4% 小ナルヲ認メタリ前記二十五種ノ鐵道橋仕様書ニ依レハ平均斷面積ハ 2497 (平方呎) ニシテ最大 9.33% 最小 11.65% ノ差異アリ動荷重及靜荷重ト横力トニ依ル合成應力ニ對シテハ動荷重及靜荷重ノミニ依ル應力ニ對スルヨリ 25% 乃至 30% 大ナル許容應力ヲ用フルハ殆ント共通ノ事實タルヲ認ム

之ニ關聯シテ門構ニヨル端柱ノ彎曲應力及橋梁カ轉覆力率ニ作用セラル、際他ノ部材ニ生ス可キ應力ニ注意シ又軌道カ曲線狀ヲ爲ス場合ニ於ケル離心力等ノ影響ヲ考慮ス可キナリ

#### 七 大徑間橋梁

以上記述セル所及前節ニ於テ引用シタル仕様書ハ元來連續セサル鐵道構橋ニ適用ス可キモノナリ Cincinnati Covington 間ナル Ohio River 橋梁ハ 545 呎ノ中央徑間及 486 呎二徑間ヨリ成リ 1889 年ニ竣工セルモノニシテ當時歐米ニ於テ徑間並ニ重量ノ最大ナル單桁橋トシテ知ラレタリ本橋設計ニ使用シタル仕様書ハ兩構ノ曝露面上及 10 (呎) ノ平均面積ヲ有スル通過列車面上ニ對シテ 80

(註/参考)ノ風壓ヲ指定セリ

St. Louis Municipal Bridge ハ端鉋中心間距離 663 呎ノモノ三徑間ヨリ成リ現今世界ニ於ケル最大單桁構橋ナリ本橋用材ノ 58% ハ白銅鋼ニシテ斯カル大徑間橋梁ノ完成ヲ見ルニ到リシ所以モ亦此ニ存スト謂フ可シ而シテ之ニ採用セル假定風荷重ハ上方横綾構ニ對シテハ 300 (註/参考) 下方横綾構ニ對シテハ 600 (註/参考) ニシテ下方横綾構ニ對スルモノハ  $1\frac{1}{2}$  ハ動荷重トシテ考ヘタリ

Hell Gate Bridge ハ現時築設中ノモノニ屬シ將ニ世界最大ノ拱橋タル可キモノニシテ其徑間實ニ 977 $\frac{1}{2}$  呎ナリ其仕様書ニ於テ風壓ニ關スル指定次ノ如シ

風壓ハ軌道面ニ於テ 500 (註/参考) ノ動荷重ニ加フルニ載荷セラレサル橋梁ニ對シ水平面ヨリ上下 20 度間ノ何レカノ方向又ハ橋梁ノ軸ト恣度ノ角度ヲ成ス方向ニ曝露セラルハ垂直表面ニ對シテ 30 (註/参考) ノ壓力ヲ以テス可シ但シ風荷重ハ何レノ弦ニ對シテモ 200 (註/参考) ヨリ小ナルコトヲ

許サス

Scotland ニ於ケル突桁式設計ニ係ル Forth Bridge ハ過去 25 年間世界ノ最大橋タルノ榮譽ヲ擔ヒ其 1,700 呎ノ大徑間ト其巨大ナル結構トハ共ニ現代ヲ超越スルモノナリ本橋ノ設計ニ採用セラレタル風荷重及許容應力ハ英國 Board of Trade ノ規程ニ依レルモノニシテ一般ノ工師ハ此規程ヲ以テ必要以上ニ苛酷ナルモノト認メ居レリ各種ノ荷重狀態ニヨル應力計算ヲ爲シ Sir Benjamin Baker ハ次ノ如キ結果ヲ與ヘタリコレニヨリテ風壓應力カ如何ニ設計上重大ナルモノナリシカヲ知ルニ足ラン

	靜荷重應力	動荷重應力	風壓應力	全應力
下弦材	2282	1022	2920	6224
上弦材	2253	997	544	3794

拔萃・風壓ニ關スル研究

垂直材	1550	705	1024	3279	
斜抗壓材	802	167	414	1383	
斜抗張材	754	186	194	1134	
水平對風綾構	80	5	265	350	
垂直對風綾構	42	169	108	319	
中央桁	上方	337	303	182	822
		下方	330	301	247

四四

應力ノ單位ハ噸(2,240 對度)トス

現今建築中ナル Quebec Bridge モ亦突桁式設計ニシテ 1,300 呎ノ大徑間ハ竣成ノ曉本橋ヲシテ世界

一タラシム可キモノナリ其假定風荷重次ノ如シ

風壓ハ橋梁ニ直角ナルモノトシ兩構ノ曝露面及牀構ノ曝露面ノ  $1\frac{1}{2}$  倍ニ對シテ  $30 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  トシ

之ヲ靜荷重ト假定ス建築中ノ足場及動架臺ニ對シテモ  $30 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ノ風壓ヲ考フヘシ

列車面ニ對スル風壓トシテハ軌條底面上 9 呎ノ所ニ作用スル  $300 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ノ動荷重ヲ假定ス

橋梁ノ方向ト平行ナル風壓ハ直角風壓ニ對シテ假定セラレタル面積ノ  $1\frac{1}{2}$  ノ面積上ニ  $30 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$

トス

八 結論

記者ハ敢テ米國橋梁事業ヲシテ今日ノ盛運ニ到達セシメタル我技術家ノ仕様書ニ對シ妄評ヲ試  
 ミントスルモノニ非ラス唯風壓應力ニ關シテ苟クモ標準仕様書タル可キモノハ萬難ヲ排シ一層  
 之ヲ統一スルノ必要ナルヲ感セサル能ハス例ヘハ The Lehigh Valley, the Philadelphia & Reading 及  
 the Lackawanna 鐵道ノ如キハ同一地方ノモノナルヲ以テ同一ナル橫力ヲ採用ス可キハ當然ナルニ

反シ假定横力ノ差異ハ75%ニ達セリ斯クノ如キ差異ヲ生ス可キ理由ヲ論究スルハ復興味アル問題ナル可シ

記者ハ未タ風壓ニ基因スル應力ト他ノ横力ニ起因スル應力トヲ分離セント試ミタル仕様書ニ接シタルコトナシ或ル仕様書ハ列車重量ノ10%ヲ以テ列車上ノ風壓並ニ載荷弦ニ對スル横力ノ作用ト考フ可ク指定シ又或ルモノハ列車面上ニ對スル30(註)ノ風壓ヲ指定シ震動ニヨル横力作用ヲモ包括セシムト爲ス凡ソ風荷重ヲ(註)トシテ指定スルモノハ之ヲシテ他ノ原因ニ依ル全横力ヲモ包括セシメントスルモノナリ

橋梁ニ對スル横力ノ原因ヲ研究シ其數量ヲ指定スルハ横應力ニ對スル仕様書統一上先決ス可キ一問題ニシテ將來必スヤ之カ解決ヲ試ミントスル者アル可シト雖記者ハ一言茲ニ列車震動ニ起因スル載荷弦ニ對スル横力ハ列車荷重ノ4%ナリト提言シテ此ノ節ヲ結ハントス

#### 其四 公道橋ニ於ケル風壓應力 (Engineering News, Vol. 73, No. 8, Feb. 25, 1915)

概要 前節ニ於テ鐵道橋ニ就テ論シタル如ク公道橋ニ就テ論シ通過荷重ニ起因スル横力ニ關スル問題現今ノ仕様書及慣例ノ相違ニ論及ス

##### 一 米國ノ先覺著述家

Whipple—1847年ノ初 An Essay on Bridge Building, &c. By S. Whipple, C. E., &c.ト題セル48頁ノ小冊子出版セラレ著者ハ其五六十部ヲ其友人間ニ配布シタル後同年ノ末其殘部ニ添加スルニ Essay No. II on Bridge-Building Giving Practical Details and Plans for Iron and Wooden Bridges ヲ以テセリ此 120頁ノ論文ト10葉ノ圖面トヨリ成レル小冊子ハ實ニ橋梁構造ニ關スル數學的ノ開拓者ニシテ著者 Squire Whipple ハ彼ノ Whipple 式構ノ發明者ニシテ單構ニ於ケル應力ノ正確ナル解法ハ氏ニ依リテ初メテ公表セラレタルナリ而モ氏ノ著書ハ一般ニ知ラルハニ至ラサリシナリ 1869年氏ハ其殘部

1016

ノ著書ニ“with an Appendix, Containing Corrections, Additions & Explanations, Suggested by Subsequent Experience: &c.”トシテ150頁内外ノ追加ヲナシタリ

1872年本書ハ増補改訂ノ上 The D. Van Nostrand Co. ヲリ出版セラレ、1873年ニ氏ハ更ニ35頁ヨリナ  
 on Drawbridges ナル一章ヲ追加セリ 1873年版ヨリ拔萃セル對傾綾構ニ關スル記事次ノ如シ

橋梁ノ第一ノ必要條件ハ垂直荷重ニ抵抗シ得可キコトナリ而シテ此種ノ荷重ハ比較的正確ニ  
 其數量ヲ決定シ得ラル、モノトス……………然レ共橋梁ノ上構ニ作用ス可キ横力及縦力ハ未タ人  
 智ノ究ムル能ハサル周圍ノ事情ニ支配セラレ其性質亦極メテ不定ナルモノナリ……………構ノ横  
 方安定及横方固定ヲ確實ナラシムル爲メ或ル結構ヲ挿入セントスルモ今日ノ學理ハ未タ充分  
 ノ解法ヲ與フルコト能ハサルナリ……………風カ構造物ニ吹キ付クルコトヲ知ルモ其最大壓力カ  
 果シテ百封度ナルカ將又何千封度ナルカヲ知ラント欲スルモ之カ確實ナル測定法ナキヲ如何  
 ニセン……………橋梁ニ於ケル横力作用計算ノ要素ハ極メテ不確實ニシテ且不定ナルモノナレハ  
 對傾綾構ノ部材ノ應力ハ到底正確ニ算出スルコト能ハサル可シ然レ共經驗及觀察上ヨリ之ヲ  
 判斷スルニ對傾構斜材九釐ハ5又ハ夫レ以下ノ格間ヨリ成ル橋梁ニ對シテハ直徑5/8吋ヨリ  
 大ナル可ク6乃至10格間ヨリ成ルモノニ在リテハ3/4吋ヨリ小ナラサルヲ可トス、2乃至14格  
 間ヨリ成ルモノニ對シテハ中間ノ10格間ニ對シテ3/4吋其他ノ格間ニ對シテバ7/8吋ヲ用フ  
 可ク16格間以上ノモノニ在リテハ兩端格間ニ1吋徑釐ノ一對ヲ加フ可キコトヲ推薦ス……………  
 以上ハ近世橋梁建築ノ父トモ稱ス可キ氏ノ意見ニシテ斯クノ如キ方法ノ主張セラレタリシハ今  
 ヲ去ル僅ニ65年ノコトナリキ……………

Boller—Bollerノ著 Iron Highway Bridges、1876年ニ出版セラレ其後版ヲ重ヌルコト數回ニ及ヒタ  
 ルモノナリ書中次ノ如キ記事アリ……………

牀構が横動搖ニ對シテ有效ナル如ク取り付ケラレアル構造ニ對シテハ水平或ハ對傾綾構ハ極メテ輕キ釘ヲ以テスルコトヲ得 $\frac{3}{4}$ 吋乃至1吋徑ノ丸釘ハ總テ甚大ナル要求ニ抵抗シ得可ク牀構ノ連結部附近ニ適當ニ連結セラル

現今ノ教科書ニ於テハ主トシテ計算ニヨリテ風壓應力ヲ求ムルノ方法ヲ採用シ已ニ鐵道橋ニ關シテ記述セル所ハ概ネ復公道橋ニモ適用シ得ラル可シ (Fleming, Wind Stresses in Railroad Bridges, Eng. News, Feb. 11, 1915 參照) 曝露面ノ單位面積ニ對スル風壓強度及曝露面ト考フ可キ面積ノ計算法等ニ關シテ同様ナル問題ニ遭遇ス可シ等布風荷重動風荷重及風壓以外ノ横力ニヨル應力ハ復凡テ考慮ス可キモノナリトス

## 二 種々ナル通過荷重ノ要求

公道橋ノ通過荷重ニ關スル問題ハ全然改革セラレツ、アリ乃チ現今ハ重大ナル集注荷重ノ時代ニシテ多クノ公道橋ハ之カ爲メ著ルシク荷重超過ノ狀態ニ在リ特ニ牀桁及縱桁ニ於テ然ルヲ見ル此等ノ橋梁ハ多ク牀桁ニ對シテハ  $125 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  構ニ對シテハ  $80$  乃至  $100 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  等布動荷重ニ對シテ築設セラレタルモノニシテ道路輾子ヲ指定シタル仕様書ニ依レルモノ甚稀ナリ製造業者ハ漸次ニ道路輾子及牽引機關ノ重量ヲ増加シ道路發達上多クノ橋梁ハ設計外ノ重大ナル此等ノ荷重ニ耐フルモノトナサレ今日ニ於テハ自動車ノ流行ニ伴ヒ地方ノ規定ヲ顧慮スルコトナク屢々  $30 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ノ速度ヲ以テ橋梁上ヲ疾走スルモノアルヲ見ル

公道橋ニ對スル最大荷重ノ試験ハ自動車ニヨリテ爲サル、モノト謂フヲ得可シ (Motor Truck Loading on Highway Bridges, Eng. News, Sept. 3, 1914 參照) 市町ノ荷物ハ今ヤ遠ク田舎ニ送達セラレ道路輾子ハ其速度緩慢ナレ共自動車ハ克ク  $12 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ノ速度ヲ以テ疾走シ且ツ二臺ノ自動車カ同一橋梁上ニテ行キ交フコトアル可シ自動車ノ自重約6噸ナルモノハ克ク5噸ノ荷物ノ運搬ニ耐フルモ

ノアリ (New York 市ニ於テハ 10 噸ノ車臺上ニ 75 噸ノ荷物ヲ搭載運搬セル實例アリ然モ荷重ノ大部分ハ後部ノ二輪上ニ作用スルモノナリ) (Seaman, Proceedings, Am. Soc. C. E., Dec. 1911 參照) 車臺ハ漸次其重量ト載荷量トヲ増大セラレ其擊衝作用及橋梁ニ横震動ヲ與フ可キ傾向亦次第ニ増加シ時トシテハ離心力ヲモ作用セシムルニ至ル此等ノ現象ハ自動車カ荷物ヲ滿載シ其運轉手カ橋梁ノ強度自動車ノ重量及速度ヲ顧慮スルコトナク無頓着ニ橋梁上ヲ疾走スル場合ニ著ルシキ影響ヲ與フルモノナリ然レ共又或ル著者ハ橋梁ニ對シテ荷馬車ノ震動作用ヲ最大トナシ居レリ (Zipp, Engineering and Contracting, Jan. 22, 1913 參照) 由來田舎道ニ設ケラレタル 150 呎徑間ノ橋梁上ニ立ツ時ハ一頭立ノ荷馬車カ通過スル際全體ノ構造物カ著ルシク動搖スルコトヲ感シタリシカ近來剛性ニ富ム部材及剛性連結法ヲ採用スルニ及ヒ此ノ狀態ハ著ルシク改善セラル、ニ至レリ

將來ハ橋梁附近ニ其安全通過荷重ヲ揭示シ夫レ以上ノ荷重ハ之ヲ禁スルニ刑罰ヲ以テスル必要アル可シ

電氣鐵道ノ發展ニ伴ヒ電車ノ速度並ニ重量著シク増大セラル電車ヲ通過セシム可キ公道橋ハ事實上小規模ナル鐵道橋タル可キニヨリ適當ナル技術家ヲシテ慎重ナル審査ヲナサシムルニ非サレハ妄ニ從來ノ公道橋上ニ電車ノ運轉ヲ許可スカラサルナリ市民ハ元ヨリ市町村ノ當局者ヲシテ斯ル輕舉アラシメサル様注意スルコトヲ要ス

三 風壓以外ノ横力

橋梁仕様書中ノ假定風荷重ハ明文ノ有無ニ係ラス總テノ横力ヲ包括スルモノト考思ス可キモノナリ記者ハ之レヲ以テ種々ノ原因ニヨル横力ヲ包括シテ餘リアルモノト信ス現今ノ仕様書一般ヲ通シテ殆ント然ルヲ覺ユルナリ(電車荷重ナキ場合ニ於テハ動荷重ニヨル震動ト全風荷重ノ作用トカ同時ニ起ルコトハ容易ニ有リ得可カラサルコトナリ譬へ公道橋カ風ノ爲メニ吹キ飛サレ



タリトスルモ人命ノ損失及荷物運輸ノ杜絶ニハ關係スルコト極メテ少キコトヲ注意スヘシ乃チ當局者ノ損失ハ其構造物自身ノ價格ノミナルニ過キスト謂フ可ク從テ極メテ稀ナル事實ニ對シテ總テノ橋梁ヲ過度ニ強固ナラシムルコトハ甚不經濟ナルコト、謂ハサル可カラズ是レ鐵道橋ニ比シテ稍趣ヲ異ニスル一點ナリトス

往時ニ於ケル公道橋ノ橫綾構ノ薄弱ナリシコトハ其假定荷重ノ如何ニ關セルニ非ズシテ部分構造ノ設計ノ拙劣ナリシニ起因スルモノナリ且年以前ノ慣例ヲ見ルニ下方綾構ハ一種異様ナル方法ニヨリテ牀桁ニ連結セラレ牀桁ハ又U字形締釦吊金ニテ締ヨリ吊下シ又上方綾構ニ在リテハ屈曲セル眼釦ヲ以テ上弦釦ニ連結シ之ニ對スル抗壓材ハ其締ニ取リ付クルニ曲飯ヲ以テセリ斯クハ如キ實例ハ尙所々ニ散見スルコトヲ得ヘシ吾等ハ須ラク安全ニシテ合理的ナル風荷重ヲ採用シ之ニヨリテ應力ノ計算ヲ爲シ各部ノ設計細目ニ注意シ對風設備ノ完成ヲ期ス可シ徒ニ大ナル應力ヲ假定シ部材ノ斷面ヲ増加シ不完全ナル部分設計ニ満足スルカ如キハ吾人ノ敢テ欲セサル所ナリ

公道構橋ニ在リテハ上方綾構ニ依リテ上弦ノ抗壓材ヲ一直線上ニ維持セントス矮構ニ對スル此種ノ研究ハ往々疑ハシキ便法ニ任セラル矮構ノ上弦カ橫振ニ對シテ支持セラル、コトノ如何ニ薄弱ナルカ又中間ノ點ニ於テ如何ニ固定シ居ラサルカヲ知ラントセハ上弦ヲ實際ニ振動セシメテ之ヲ目撃スルニ若カス」(Smith, Proceedings, Indiana Eng. Soc. 1911, P. 209; Engineering Record, Jan. 21, 1911 參照今日漸次ニ使用セラレントスル動荷重ニ對シテ矮構橋ノ前途ハ稍悲觀ス可キ状態ニ在ルモノニシテ現ニ或ル仕様書ニ於テハ全ク之ヲ禁セリ

風ノ方向ハ一般ニ水平ナリト假定セラルレ其實際ハ水平ヨリ甚シク偏スルモノナリ高キ橋梁ニシテ風ニ曝露セラル、地點ニ架セラレタル場合ニハ上方壓力ヲ考フ可キ必要アリ終端ノ鎮定ハ

起リ得可キ揚力ニ抵抗スルト同時ニ構造物ニ對スル風壓又其上ヲ通過ス可キ荷重ノ擊衝ノ爲メニ其位置ヲ變動スルコトナキ様設計スヘシ St. Paulニ於テ Mississippi Riverニ架セル High Bridgeノ墜落ノ如キハ研究ス可キ興味アル問題タルヲ失ハサルナリ (Turner, Trans. Am. Soc. C. E., June, 1905, Vol. LIV, P. 31 參照)

四 現今ノ仕様書

Schneider—Schneider 仕様書ハ現代ニ於ケル一ノ有名ナル仕様書ナリ其鋼公道橋ニ對スル仕様書ハ乃チ American Bridge Co.ノ採用セル所ニシテ次ノ如ク指定セリ

風壓ハ各方向ニ水平ニ作用スルモノト假定ス可シ  
 第一 構及牀構ノ全曝露面ニ對シテ  $30 \left( \frac{\text{ft}^2}{\text{sq. ft.}} \right)$  トシ更ニ橋梁ヲ通過スル  $150 \left( \frac{\text{ft}^2}{\text{sq. ft.}} \right)$  ノ水平動荷重ヲ考フ可シ但シ如何ナル場合ニ於テモ載荷弦ニ對シテハ  $300 \left( \frac{\text{ft}^2}{\text{sq. ft.}} \right)$  不載弦ニ對シテハ  $150 \left( \frac{\text{ft}^2}{\text{sq. ft.}} \right)$  ヨリ小ナルコトヲ許サス

第二 構及牀構ノ全曝露面ニ對シテ  $60 \left( \frac{\text{ft}^2}{\text{sq. ft.}} \right)$  ヲ考フ可シ  
 以上第一第二ノ中何レカ大ナル結果ニヨリテ部材ノ斷面ヲ決定ス可シ  
 Cooper—Theodore Cooperノ仕様書ハ從來公道橋ノ設計ニ最モ廣ク用ヒラレシモノナリ其橫力ニ關スル條項次ノ如シ

風壓及震動作用ニ備フル爲メ上路式橋梁ノ上方綾構及下路式橋梁ノ下方綾構ハ橋梁ニ作用スル  $300 \left( \frac{\text{ft}^2}{\text{sq. ft.}} \right)$  ノ橫力ヲ考ヘ其中  $150 \left( \frac{\text{ft}^2}{\text{sq. ft.}} \right)$  ハ動荷重ト假定ス可シ

上路式橋梁ノ下方綾構及下路式橋梁ノ上方綾構ハ橋梁ニ作用スル  $150 \left( \frac{\text{ft}^2}{\text{sq. ft.}} \right)$  ノ橫力ヲ假定シテ設計ス可シ

徑間 300 呎以上ノモノニ對シテハ徑間 300 呎ヲ増ス毎ニ前記假定荷重ヲ  $10 \left( \frac{\text{ft}^2}{\text{sq. ft.}} \right)$  宛増加スルモノ

トス

Johnson, Bryan & Turneure; Merriman & Jacoby; Ketchum; 及其他ノ人ハ其著書ニ於テ風壓ニ關シテハ Cooperノ仕様ヲ採用セリ又他ノ一派 Marburg 及 Burr & Falkノ如キ諸氏ハ Schneider 並ニ Cooperノ仕様書ヲ引用セリ

Waddell—Waddellハ其著 Ordinary Highway Bridges ニ於テ徑間 100 呎及夫レ以下ノモノニ對シテハ 40 (呎<sup>2</sup>/立方呎) トシ 100 乃至 150 呎ノモノニ對シテハ 35 (呎<sup>2</sup>/立方呎) トシ 150 呎ヲ超過スルモノニ對シテハ 30 (呎<sup>2</sup>/立方呎) トセリ此等ノ風壓ハ特ニ風ニ曝露セラル可キ地點ニ架セラル可キモノニ對シテハ 10 (呎<sup>2</sup>/立方呎) ヲ増加ス可キモノトス凡テ荷重ハ動荷重トシテコレヲ取扱フ可シ風ニ抵抗ス可キ面積ハ牀及縦桁ノ垂直投射影ト風上構ノ防靱板護輪軌條及牀構端ノ射影ノ二倍ヲ採用スヘシト記セリ  
氏ノ Specification for Steel Highway Bridges, 1906 ニ於テハ載荷弦及不載荷弦ニ對スル毎 1 平方呎ノ風荷重ヲ圖表ニテ示シ其有效道路幅 30 呎ナル圖表ニヨレハ小徑間ノモノニ對シテハ 30 封度大徑間ノモノニ對シテハ 25 封度ナリ徑間 600 呎ニ至ル迄ノ徑間ニ對シテ曲線ハ載荷弦ニ對シテハ其徑間及橋梁ノ階級ニヨリ 200 乃至 355 (呎<sup>2</sup>/呎) トシ不載荷弦ニ對シテハ同シク 100 乃至 205 (呎<sup>2</sup>/呎) トシ橋梁幅員ノ大ナルモノニ對シテハ 30 呎以上 1 呎ヲ増加スル毎ニ前記荷重ヲ 2% 宛増加スルモノトセリ  
Greiner—Greinerノ Specifications for Steel Stationary Bridges ハ次ノ如キ指定ヲ爲セリ  
市街近郊及田舎ニ架ス可キ橋梁ニ於テハ載荷弦ニ對スル横力ハ 150 (呎<sup>2</sup>/呎) ノ荷重ニ加フルニ道幅 12 呎上ノ等布動荷重又一軌道上ノ等布動荷重ノ 10% ヲ以テシ不載荷弦ニ對シテハ 150 (呎<sup>2</sup>/呎) ノ荷重ヲ假定ス可シ但シ構造物ノ垂直射影ノ 1.5 倍上ニ對スル 30 (呎<sup>2</sup>/立方呎) ノ荷重カ前記ノ荷重ヨリ大ナル荷重ヲ生スル場合ニハ之ヲ採用ス可シ凡テ横力ハ動荷重トシテ計算スルモノトス  
Ostrup—Ostrupハ其 Standard Specifications for Highway Bridges ニ於テ次ノ如キ荷重ヲ假定シ何レカ大ナ

1922

ル應力ヲ與フルモノニヨリ横綾構ヲ設計ス可キコトヲ指定セリ (a) 構造物カ載荷セラレサル場合ニハ構及牀ノ全正面曝露面ニ對シテ  $50 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  (b) 構造物カ載荷セラレタル場合ニシテ(總テノ階級ヲ通シ)橋梁カ公道荷重ノミニ作用セラル、トキハ構及牀ノ全正面曝露面ニ對シテ  $50 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ト構造物ノ長サ1呎毎ニ 150 封度トノ和 (c) 構造物カ載荷セラレタル場合ニシテ橋梁ノ階級ヲ間ハス電車荷重ヲ受クルトキハ (b) ノ如キ荷重ニ作用セラル、モノトス 但シ附加等布荷重ハ  $600 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ニシテ軌條底面以上7呎ノ點ニ作用スルモノトス載荷弦ニ對シテハ最小荷重ハ  $250 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  トシ不載荷弦ニ對シテハ  $150 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  トス

Merriman—Merriman ノ著ニ係ル A Textbook on Roofs and Trusses ノ第一版ニ次ノ如キ記事アリ  
公道橋ノ風壓ニ對スル曝露面ハ普通構ノ側面積ノ2倍トス然レ共構ノ側面積不明ナルトキハ構ノ骨格ノ長サ1呎ニツキ1平方呎トシテ概算ス可シ

米國諸州ハ已ニ公道橋委員或ハ他ノ方法ニヨリテ鋼公道橋仕様書ヲ發布セリ其或ルモノハ不完全ニシテ本問題ニ關スル明晰ナル智識ヲ有セサル人々ニヨリテ制定セラレタルノ感ナキ能ハス次ニ水平風壓ニ關スル此等仕様書ヨリノ拔萃ヲ列記シ參考ニ供ス

Colorado—載荷弦ニ對シテ  $300 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  不載荷弦ニ對シテ  $150 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$

Illinois—Cooper's Specifications for Highway Bridges, 1909 ヲ採用ス但シ今後ニ指定セラル可キモノ及製圖ニ關スル規程ヲ除ク

Michigan—風荷重ニ關シテハ何等記述スル所ナシト雖次ノ文章ニヨリテ之ヲ包括スルモノトス材料及製作ニ關スル諸問題ハ Cooper's Specifications for Steel Highway Bridges under Class B-1 ヲリテ決ス可シ

Nebraska—載荷弦ニ對シテハ  $300 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  不載荷弦ニ對シテハ  $150 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  トス

Ohio—1909 年ノ Cooper's Specifications ト同様

Virginia—載荷弦ニ對シテハ 300  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{sq. ft.}}\right)$  トス 其中 150  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{sq. ft.}}\right)$  ハ 動荷重トス 不載荷弦ニ對シテハ 150  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{sq. ft.}}\right)$  トス

Massachusetts—Massachusetts Railroad Commission ノ Consulting Engineer, George F. Swain ハ 次ノ如キ指定ヲナセリ 電氣鐵道ヲ通ス可キ橋梁ニ對シテハ「載荷セラレタル構造物ニ對シテハ 50  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{sq. ft.}}\right)$ 」載荷セラレサル構造物ニ對シテハ 30  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{sq. ft.}}\right)$ 」ノ横力ヲ考フ可シ但シ不載荷構造物ノ曝露面ハ構ノ場合ニハ其垂直側面積ノ 2 倍ト牀構ノ側面積トノ和トシ 飯桁ノ場合ニハ垂直側面ノ  $1\frac{1}{2}$  倍トス 載荷構造物ノ曝露面ハ前記ノモノニ加フルニ高サ 10 呎長サ 8 呎ナル側面積ヲ以テシ此附加面積上ニ作用スル壓力ハ 動荷重ト假定ス可シ

New York—Department of the State Engineer & Surveyor of New York ハ 指定シテ曰ク第一ニ風壓ノ強度ハ高欄、構脚、綾構及牀ノ曝露面ニ對シテ 30  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{sq. ft.}}\right)$  トシ之ニ加フルニ電車荷重ヲ通セサル可キモノニ對シテハ牀面上 4 呎ノ點ニ作用スル 150  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{sq. ft.}}\right)$ 」ノ荷重ヲ又電車荷重ヲ通ス可キモノニ對シテハ牀面上 8 呎ノ點ニ作用スル 300  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{sq. ft.}}\right)$ 」ノ荷重ヲ考フ可シ第二ニ載荷セラレサル構造物ノ全曝露面ニ對シテ 50  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{sq. ft.}}\right)$ 」ノ風壓ヲ考フ可シ凡テ部材ハ前記ニノ場合ノ何レカ大ナル應力ヲ與フ可キ荷重ニヨリテ設計ス可キモノトス但シ如何ナル場合ニモ載荷弦ニ對シテハ 250  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{sq. ft.}}\right)$ 」不載荷弦ニ對シテハ 100  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{sq. ft.}}\right)$ 」ヨリ小ナルコトヲ許サス風荷重ハ凡テ動荷重ト考フ可シト

Philadelphia—Department of Public Works of City of Philadelphia ハ 橋梁ニ對スル風壓ハ「高欄及牀構ノ全側面積ニ對シテ 30  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{sq. ft.}}\right)$ 」タル可キコトヲ指定セリ但シ如何ナル場合ニモ 150  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{sq. ft.}}\right)$ 」ヨリ小ナルコトヲ許サス且ツ牀ニ附屬セル綾構ハ橋梁上 150  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{sq. ft.}}\right)$ 」ノ動荷重ニ抵抗シ得ルコトヲ要求セリ

Harriman Lines—多クノ鐵道會社ハ其鐵道橋ニ關スル仕様書ノ附録又ハ其一部分トシテ公道橋ニ關スル仕様書ヲ制定セリ Harriman Lines ニテハ別ニ公道橋ニ對スル仕様書ヲ發布セリ其指定セル風荷重次ノ如シ (a) 載荷セラレタル構造物ニ對シテハ構及牀構ノ全曝露面ニ對シテ  $80 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  及橋梁ノ長サニ沿ヒ  $150 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ノ動荷重ヲ考フ可シ (b) 載荷セラレサル構造物ニ對シテハ (c) ニ記シタル曝露面ニ對シテ  $50 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ノ荷重ヲ考フ可シ

U. S. Roads—Office of Public Roads, U. S. Department of Agriculture—Typical Specifications for the Fabrication and Erection of Steel Highway Bridges—出版セリ OfficeノDirectorハ之カ制定ニ關シテ述ヘテ曰ハク本仕様書ハ地方公道橋當局者ニ對シ橋梁構造上必要ナル條件ヲ決定スルニ適切ナル手引ヲ提供セントシテ制定セルモノナリ既往ニ於ケル多クノ鋼橋ハ其構造甚タ貧弱ニシテ其不満足ナル結果ハ當局者カ此種ノ事業ニ對シテ適當ナル仕様書ニ關スル報告ヲナサハリシニ起因スルモノト信セラル此等ノ公道當局者ハ適當ナル技師ノ援助ニヨルニ非サレハ適當ナル仕様書ヲ採用スルトモ不満足ナル結果ヲ防止スルコト難カル可シト而シテ此仕様書ニ規定セル風荷重ハ載荷弦ニ對シテハ  $300 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  トシ此半ハ動荷重トシ不載荷弦ニ對シテハ  $150 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  トス

Ontario—The Canadian Provinces of OntarioノGeneral Specifications for Steel Highway Bridgesハ風壓應力及横應力ニ對スル設備ニ關シテ精細ニ指定セリA級(主要ナル地方公道ニ架スヘキ橋梁)ニシテ徑間300呎以下ノモノニ在リテハ不載荷弦ニ對シテハ  $150 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ノ等布荷重ヲ又載荷弦ニ對シテハ

之ニ加フルニ  $150 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ノ動荷重ヲ以テス徑間200呎ヲ超過スルモノニ在リテハ徑間80呎ヲ増ス

毎ニ等布荷重  $10 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ヲ増加スヘキモノトスB級(市町ノ重量大ナル荷重ニ對スル橋梁)ニシテ徑間200呎以下ノモノニ在リテハ不載荷弦ニ對シテ  $203 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ノ荷重ヲ又載荷弦ニ對シテハ  $250 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ノ等布荷重及  $250 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ノ動荷重ヲ以テス徑間200呎ヲ超過スルモノニ在リテハ徑間80呎ヲ

増ス毎ニ等布荷重 10 (lb/ft<sup>2</sup>) ラ増加ス可キモノトス  
 Tyrrell—Meriman & Jacoby ハ徑間 403 呎以上ノ連續セサル橋梁ヲ列擧セシカ其中公道專用ノ橋  
 梁 21 箇アリ就中最大徑間ノ公道橋ハ Ohio 州 Elizabethtown ニ於テ Miami River ニ架セルモノナリ  
 (本橋ハ 1913 年三月洪水ノ爲メニ破壞セラレタリ) 此ノ構造物ハ兩構及綾構ノ曝露面ニ對シ 30  
 (lb/ft<sup>2</sup>) ノ風荷重ニヨリテ設計セラレタルモノナリ (Tyrrell, The Elizabeth Bridge 參照)

### 五 單位應力

前記ノ仕様書ニ於テハ一般ニ靜動兩荷重及風荷重ノ合成應力ニ對スル許容應力ハ靜動兩荷重ノ  
 ミニヨル應力ニ對スルモノニ比シテ 80% 乃至 80% 大ナルモノトス但シ使用斷面ハ靜動兩荷重ニ對  
 シテ所要ノ斷面積ヨリ小ナルコトヲ許サスト指定セリ之ニ對スル一ノ例外ハ U. S. Department of  
 Agriculture ノ仕様書ニシテ風壓ニ對シテモ他ノ荷重ニ對スルト同様何等ノ餘裕ヲ與フルコトナク  
 同一許容應力ニヨリテ斷面積ヲ求ムルコトヲ要求ス斯カル要求ハ不當ノ如キ感アリト雖モ同仕  
 様書ノ文面ノ解釋上他ノ疑ヲ挾ムコト能ハス又他ノ一例外ハ Waddal ノ仕様書ニシテ公道橋ニ於  
 テハ如何ナル荷重ノ合成力ニ對シテモ許容應力ヲ加減セス構造物ハ電車ヲ通スルモノニ非サレ  
 ハ動荷重ト風荷重ハ同時ニ作用スルモノニ非ラストセリコレ「假定風荷重ノ半分カ作用スル場合  
 ニ在リテモ敢テ橋梁ヲ通過セントスルモノ無カル可シ」トノ理由ニ因ルモノナリ

### 六 結論

之ヲ要スルニ横綾構ニ關スル現今ノ要求ハ甚大ナリ諸州ハ已ニ公道橋ノ本問題ニ關スル規程ヲ  
 制定シ他ノ諸州モ亦特ニ之ニ倣ハントス横綾構ニ關シテハ公道橋ヲ三級ニ分類スルヲ便ナリト  
 ス乃チ電車ヲ通スルモノ、電車以外ノ重量大ナル荷重ヲ通スルモノ及普通ノ地方橋ノ三種トシ徑  
 間 100 呎以上ノモノニ對シテハ夫レヨリ小ナルモノニ比シテ稍異リタル横荷重ヲ指定ス可キモ

ノナリ尙公道橋ノ設計請負人ヲシテ競争ノ際同一ノ標準ニ據ラシムル爲メ風壓ハ曝露面ニ對シテ何<sup>(註四)</sup>ト指定スルヨリハ寧ロ橋梁ノ長サニ沿ヒ何<sup>(註五)</sup>ト指定スルニ若カス  
記者ハ諸所ノ仕様書ニ就キテ研究セル結果敢テ次ノ如キ指定ヲ提起セントスルモノナリ

## 七 推薦仕様書

電車ヲ通ス可キ徑間 150 呎以下ノ橋梁ニ就キテハ載荷弦ニ對シテ 300<sup>(註六)</sup> 不載荷弦ニ對シテハ 150<sup>(註七)</sup>ノ橫荷重ヲ假定シ之レニ抵抗シ得ル如ク設計スルコトヲ要ス徑間カ 150 呎ヲ超過スルトキハ徑間 80 呎ヲ増ス毎ニ載荷弦ニハ 10<sup>(註八)</sup>宛ヲ不載弦ニハ 5<sup>(註九)</sup>宛ヲ増加ス可シ  
電車荷重ヲ受ケサルモ自動車、道路輾子、及運用機關ノ如キ重量大ナル荷重ヲ受ケルモノニ對シテハ徑間 150 呎以下ノ橋梁ニ在リテハ橫荷重ヲ載荷弦ニ對シテハ 250<sup>(註十)</sup> 不載荷弦ニ對シテハ 150<sup>(註十一)</sup>ト假定シ徑間 150 呎ヲ超過スルトキハ徑間 80 呎ヲ増ス毎ニ兩弦ニ對シテ 5<sup>(註十二)</sup>宛ヲ増加ス可シ

普通地方橋梁ハ載荷弦ニ對シテハ 225<sup>(註十三)</sup>ヲ不載荷弦ニ對シテハ 150<sup>(註十四)</sup>ノ橫荷重ヲ假定シテ設計ス可シ

凡テ前記橫荷重ハ動荷重ト假定ス可シ  
橫荷重應力ノミヲ受クル部材ニ對シテハ靜動兩荷重ノミヲ受クル部材ニ對スルモノヨリ 25% 大ナル許容應力ヲ用フ可シ但シ其部材ノ斷面積ハ靜動兩荷重ノミニ依ルモノヨリ小ナルコトヲ許サス軌道カ曲線狀ヲナス場合ニハ離心力ヲ橫荷重トシテ考フ可シ電車荷重ヲ受ケサル橋梁ニ在リテハ前記 25%ノ代リニ 50%ヲ用フルコトヲ得

各部材ニ於テ風壓及其他ノ荷重ノ應力ノ合成ニヨリテ生ス可キ應力ノ交番ニ對シテハ適當ナル設備ヲナス可シ橋梁兩端ノ坐ハ總テノ橫力及揚力ノ作用ニ對シテ充分堅固ナル様錠着ス可シ橋



梁カ特ニ曝露セラレ又ハ水面上頗ル高キ位置ニ在ル場合ニハ其鎮錠ハ特ニ計算ニヨリテ之ヲ設計スルコトヲ要ス

凡テ設計細目ハ主部材ノ應力ニ耐ヘ得ル如ク設計ス可シ

### 其五 都市ノ建築條例ニ規定セラレタル對風綾構ノ要件

(Engineering News, Vol. 73, No. 10, Mar. 11, 1915.)

概要 米國百二十ノ都市カ建築物ノ設計ニ對シテ要求スル風壓如何又其指定セル風壓強度及許容應力ニ甚シキ相違アルコトヲ示シ標準風壓トシテハ  $20 \frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$  ヲ用フ可ク又合成應力ニ對シテハ許容應力ヲ  $50\%$  増加ス可キコトヲ推薦ス

風壓ノ假定並ニ風壓應力ニ對スル許容應力ノ假定ハ高大ナル旅館建築又ハ事務所建築物ノ設計上一ノ重大ナル問題タルヲ失ハサルナリ此等ハ由來設計者ノ判斷ニ任セララル、コト稀ニシテ概ネ都市ノ建築條例ニヨリテ指定セララル、モノナリ

1910年ノ調査ニヨレハ合衆國內ニ於テ人口十萬以上ノ都市ノ數五十ニシテ其中ノ四十五市及人口十萬ニ達セサル約七十五ノ市ハ皆其建築條例中ニ建築物ノ對風綾構ニ關スル要求ヲ規定セリ本節ニ於テハ先ツ此等ノ規程ニ甚シキ懸隔アルコトヲ示シ聊カ之カ統一ニ關スル所見ヲ陳述セントスルモノナリ

現在ニ於ケル New York 市ノ建築條例ハ 1899年ニ採用セラレタルモノニシテ規程ノ建築作業ニ干渉セルコト歐大陸都市ノ條例ニ其比ヲ見サル所ナリ 1909年ニ The Board of Aldermen ハ大袈裟ナル討議及激シキ論争ヲ經テ新條例ヲ制定セシカ當時ノ市長ハ之ヲ廢棄セリ現在ノ條例ハ其設備ノ或ル部分ハ古風ナルモノニシテ現代ノ要求ニ對シテ不適切ナルモノナリ從來此條例ハ他ノ多クノ都市條例ノ基礎トシテ引用セラレ或ルトキハ殆ント何等添削セララル、コトナクシテ適用

セラレ又或ル場合ニハ其一部分變更又ハ省略ノ上之ヲ轉用セラレタリ

風壓ニ關スル New York ノ條例ハ風ニ曝露セラレタル建築物但シ高サ100呎ヨリ小ニシテ底ノ平均幅ノ4倍ヲ超過セサルモノヲ除クハ底部ヨリ頂上迄屋背ヲモ包括シテ曝露面上ニ各方面ヨリ作用スル30 (英吋/分<sup>2</sup>)<sub>1.27</sub>ノ水平風壓ニ抵抗スル如ク設計スヘキコトヲ指定シ許容應力ニ關シテハ次ノ如ク記載セリ

對風綾構ノ許容應力ハ前記ノ許容應力ヲ50%増加スルコトヲ得  
此明文ニ於テハ増加セラレタル許容應力カ風壓應力ト他ノ荷重ニヨル應力トノ合成應力ニ適用ス可キモノナルカ將又風壓應力ノミニ適用ス可キモノナルカハ不明ナリ此ノ二種ノ解釋ノ相違ハ高大ナル建築物ノ綾構用材料ノ數量上ニ多大ノ影響ヲ與フ可キモノナリ Chicago 條例ハ次ノ如キ明文ニヨリテ全ク此疑ヲ去レリ

風壓應力ト他ノ動荷重及靜風重ニヨル應力トノ合成應力ニ對シテハ前記許容應力ヲ50%増加スルコトヲ得但シ風壓ノ作用セサル場合ニ要セラル可キモノヨリ小ナル斷面ヲ用フルコトヲ許サス

New York 及其他ニ於ケル慣例ニ依レハ合成應力ニ對スル許容應力ハ50%増加セララル可キモノト解釋スルヲ至當トス

New York ノ條例ノ他ノ明文ニ記スル所次ノ如シ

風ニ曝露セル凡テノ構造物ニ於テ普通ノ建築材料ノ抵抗力率カ石工、隔壁、床及連接部ノ如キ築造物ノ任意ノ部分ノ任意ノ方向ニ對スル風壓ノ扭力率ニ抵抗シ難キ場合ニ在リテハ其力率ノ差ヲ補フニ足ル可キ追加綾構ヲ設置ス可シ

鋼製鐵骨建築物ニ於テ壁或ハ隔壁ニヨリテ風壓應力ヲ一部分或ハ全部地面ニ傳ヘントスルハ好

良ナル慣例ノ許容セサル所ニシテ普通之ヲ避ク Bridgeport 條例中ニ次ノ如キ明文アリ

鐵骨構造建築物ノ結構ハ風壓應力ニ抵抗シ得ル如ク之ヲ設計ス可シ

Manchester, Albany, Utica, Jersey City, Paterson, Terre Haute, Kalamazoo, Atlanta, Dallas and Tacoma ニ於テハ對風綾構ニ關シテ高サ100呎以下ノ建築物ニ對シテハ時ニ多少ノ變差ナキニ非スト雖モ凡テ New York 條例ヲ流用シタリ

Philadelphia ニ於テハ開豁ナル地點又ハ波止場ニ於ケル建築物ニ對シテハ  $30 \left( \frac{\text{呎}}{\text{平方呎}} \right)$  以上ノ風壓ヲ要求セリ他ノ建築物ト近接セル高キ建築物ニ對スル風壓ハ第十階ニ於テ  $25 \left( \frac{\text{呎}}{\text{平方呎}} \right)$  ヨリモ少カラサルモノトシ夫レヨリ下方ニハ每階  $2 \frac{1}{2} \left( \frac{\text{呎}}{\text{平方呎}} \right)$  ヲ減シ第十階ヨリ上方ニハ每階  $2 \frac{1}{2} \left( \frac{\text{呎}}{\text{平方呎}} \right)$  ヲ増加シ第十四階以上ニ對シテハ最大一定ノ風壓  $35 \left( \frac{\text{呎}}{\text{平方呎}} \right)$  トス風壓應力ニ對スル部材斷面ノ決定ニハ許容應力ヲ30%増加ス Washington ニ於テハ建築物ノ高サハ普通十二階ニ制限セラレ風壓ノ指定ハ Philadelphia ニ於ケルモノト同一ナリ但シ許容應力ノ増加ニ對シテハ何等規定スル所ナシ Lowell, Bridgeport, Baltimore, Buffalo 及 Sioux City ニ於テハ風壓ハ  $30 \left( \frac{\text{呎}}{\text{平方呎}} \right)$  ト假定シ許容應力ノ増加ニ關シテ記載スル所ナシ

Pittsburgh ニテハ風壓ヲ  $25 \left( \frac{\text{呎}}{\text{平方呎}} \right)$  トシ Detroit 及 Jacksonville ニ於テハ  $30 \left( \frac{\text{呎}}{\text{平方呎}} \right)$  トス而シテ共ニ許容應力ハ25%ノ増加ヲ許可セリ

Cincinnati ニ於テハ周圍ノ建築物ヨリ上方ノ曝露面ニ對シテ  $20 \left( \frac{\text{呎}}{\text{平方呎}} \right)$  ノ風壓ニ抵抗ス可キ設備ヲ要求シ許容應力ハ25%増加スルコトヲ得

St. Louis ニテハ每平方呎33呎封度ノ風壓ヲ假定シ許容應力ハ30%増加スルコトヲ得其條例ニ次ノ如キ明文アリ

隣接セル建築物ニヨリテ蔽ハレタル壁面ハ風壓ニ曝露セラレサルモノト見做スコトヲ得

1930

Cincinnati 及 St. Louis ニ於ケル建築物ニ對シテ懸念ス可キ問題ハ若シ隣接セル建築物ノ除去セラレタル場合ニハ何ヲ以テ風壓ニ抵抗セシム可キヤノ問題ナリ

Chicago, San Francisco, Covington, 及 Akron ニテハ  $20 \left( \frac{\text{ft}}{\text{ft}} \right)$  ノ風壓ヲ要求ス而シテ Chicago 及 San Francisco ニテハ許容應力ハ 50% ノ増加ヲ許可シ Covington ニ於テハ 25% ノ増加ヲ許可シ Akron ニテハ増加ヲ許可セス

Poughkeepsie, Evansville, 及 Chattanooga ハ  $30 \left( \frac{\text{ft}}{\text{ft}} \right)$  ノ風壓ヲ要求シ次ノ如キ明文ヲ有ス  
桁梁及柱ニ對スル風壓ニヨル増加荷重ハ計算ニヨリテ決定シ之ヲ他ノ荷重ニ加算スルコトヲ要ス風壓ノ變形作用ニ抵抗スル必要アル箇所ニハ特別ナル綾構ヲ設置ス可シ

風壓荷重ニ對スル増加許容應力ニ關シテハ規定スル所ナシ

Syracuse, Erie, Cleveland, Duluth, Denver, Macon, Birmingham, 及 Portland (Oregon) ニテハ高サカ基礎幅ノ  $1 \frac{1}{2}$  倍以上ノ凡テノ建築物ニ對シテ Philadelphia 條例ニ於ケルト同様ナル風壓ヲ指定ス Syracuse 條例ノニハ 25% ノ許容應力増加ヲ許可ス又各條例ハ次ノ如キ條件ヲ規定セリ

幕壁ノ各構格ハ  $30 \left( \frac{\text{ft}}{\text{ft}} \right)$  ノ風壓ニ抵抗シ得ル如ク設計ス可シ

Grand Rapids ノ條例ハ Schneider ノ Specifications for Structural Work of Buildings ヲ摸シ風壓ハ總テノ方向ニ水平ニ作用スルモノト假定セルコト次ノ如シ

第一 建築物ノ前後及側面ニ對シテハ其實際ノ曝露面上ニ又屋背ニ對シテハ其垂直投影上ニ  $20 \left( \frac{\text{ft}}{\text{ft}} \right)$

第二 鐵結構ヨリ成ル總テノ部分ノ曝露面上ニハ  $30 \left( \frac{\text{ft}}{\text{ft}} \right)$  但シ結構ハ壁隔壁及床ナキモノト假定ス可シ

綾構ニ對シテ及風壓應力ト他ノ荷重ニヨル應力トノ合成應力ニ對シテハ許容應力ヲ 25% 増加

スルコトヲ得乃チ直接應壓力及直接應張力ニ對シテハ 20,000 (ポンド/平方尺) トナスコトヲ得  
Memphis ノ條例ニモ之ト同様ナル明文アリ

Oakland ノ條例ハ對風綾構ニ關シテ特ニ明白ナルモノナリ建築物ノ高サ 100 呎以上又ハ其高サカ  
最小幅ノ 3 倍ヲ超過スルモノヲ A 級ノ建築物トシ高サ 60 呎以上又ハ其高サカ最小幅ノ 2 倍ヲ超  
過スルモノヲ B 級ノ建築物トシ此等ニ對スル規定次ノ如シ

鋼結構ハ全曝露面ニ對シテ如何ナル方向ニモ 80 (ポンド/平方尺) ノ風壓ニ抵抗シ得ル如ク設計スルコト  
ヲ要ス凡テ外壁ノ桁ハ隅束ヲ以テ支柱ニ連結セラレサル可ラス斜材門構又ハ隅束ハ風應力ニ  
抵抗シ得可キ裝置ヲ有シ斯ル綾構ハ最上階ヨリ地下室ニ至ル迄連續セルモノナルコトヲ要ス  
風壓應力ニ對シテハ靜動兩荷重ニヨル應力ニ對スル許容應力ヲ 50% 増加ス可シ風壓及偏心荷  
重ニヨル横彎曲ニ對スル支柱ニ於テハ偏心荷重ハ靜荷重ト假定シ風壓ハ前記ノ如ク假定シ此  
等ノ應力ニ對シテ斷面ヲ増加ス可シ風壓橫彎曲及偏心荷重ニ對シテ斯クシテ求メタル鐵材ノ  
斷面積ハ支柱ノ總斷面積ヲ求ムル際ニ靜動兩荷重ニ對シテ求メラレタル面積ニ加算セラル可  
キモノトス

鐵筋混凝土建築物ニシテ對風設備ヲ要ス可キ場合ニハ次ノ規定ニヨルモノトス  
支柱ノ鐵筋ハ鐵棒ニ螺絲ヲ設ケ套管緊子又ハ旋廻緊子ヲ以テ連接スルカ又ハ監督者カ之ト同  
等以上ノ效力アルモノト認ムル方法ニヨリテ之ヲ連接スベシ  
Salt Lake City ニ於テハ高サ 120 呎以上ナルカ又ハ最小水平幅ノ 3 倍ヲ超過スル場合ニハ「鋼結構ハ  
全曝露面上凡テノ方向ニ於テ 80 (ポンド/平方尺) ノ風壓ニ抵抗シ得ル様設計スルコトヲ要ス」尙 Oakland ニ於  
ケルカ如ク外側壁桁ハ支柱ニ連結スルニ隅束ヲ以テス可ク又斜材門構又ハ隅束ハ風壓ニ抵抗ス  
ル爲メ最上階ヨリ地下室ニ至ル迄連續シテ設置ス可シ但シ Oakland ノ條例ト異リテ風壓應力ニ對

シテ許容應力ノ増加ヲナサス

Waltham (Mass.)ノ條例ハ次ノ如キ條項ヲ有ス

風ニ曝露セラル可キ建築物ハ其曝露ス可キ各側面ノ風壓ニ抵抗スル様計算ヲ成シ屋背ニ對シテハ勾配アル場合ニハ地面ヨリノ高サ $6$ 呎迄ハ垂直投影上ニ $10$  ( $\frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$ ) 地面上ノ高サ $6$ 呎乃至 $60$  呎ニハ $15$  ( $\frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$ ) 地面ヨリノ高サ $60$  呎ヲ超過スルモノニ在リテハ $20$  ( $\frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$ ) トス

風壓應力ニ對スル許容應力ノ増加ニ關シテハ何等ノ指定ナシ

Columbus (Ohio)ノ條例ハ十年以前ニ採用セルモノニシテNew Yorkノ條例ト同様ナリ唯許容應力ノ増加 $50\%$ ナルヲ $25\%$ トナシ次ノ如キ明文ヲ加ヘタルニ過キス

建築用鋼ヲ以テ建設セラレタル建築物ニ對スル風壓ハ次ノ如キモノタル可キヲ要ス 檐迄ノ高サ $60$  呎以下ノモノニ對シテハ其曝露面上ニ $10$  ( $\frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$ ) 檐迄ノ高サ $60$  呎以下ノモノニハ $20$  ( $\frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$ )

檐迄ノ高サ $60$  呎ヲ超過スルモノニハ $30$  ( $\frac{\text{lb}}{\text{sq. ft.}}$ )

Boston, Cambridge, Haverhill, 及 New Orleansノ條例ハ次ノ如キ明文ヲ有ス對風綾構ハ必要ナル箇所ニ設置ス可シト然レトモ斯クノ如キ指定ハ畢竟對風綾構ノ設置ヲ閑却セシムルモノニ等シ所謂「必要ナル範圍ニ關シテハ」斯道ノ大家ト雖モ各其意見ヲ異ニスル所ナル可ク又茲ニ甚タ貧弱ナル對風綾構ヲ有スル建築物又ハ全ク之ヲ有セサルモノアリ然モ製作者ハ「必要ナル箇所ニ」之ヲ設置セルモノナリト主張センカ當局者タルモノ之ヲ如何トナス Providence, Worcester, Springfield, Wheeling, Youngstown, Toledo, Omaha, Lincoln, Montgomery, Fort Worth, Los Angeles, 及其他ノ都市條例ニ關シテモ亦同一ノ感ナキ能ハス但シ此等ニ在リテハ建築用鋼ニ對スル荷重及應力ヲ指定スルモ風壓ニ關シテハ一般ニ何等記載セズ Indianapolis, 及 Seattleニ於テハ許容應力ノ $50\%$ ノ増加ヲ許可スルモ風壓ノ強度ヲ指定セズ

Fall River, Pawtucket, Elizabeth, Allentown, Alcona, Fort Wayne, Dubuque 及 Topeka ノ條例ハ甚不完全ニシテ荷重、應力及建築用鋼ニ關シテ全ク之ヲ指定セサルモノアリ。或ル條例ニハ省略セル事項ヲ包括スル爲メ屢々附記ヲ爲ス乃チ Cleveland, Duluth, Little Rock, Fort Worth, 及其他ニ於テハ次ノ如ク附記セリ。

安全率、部材ノ寸法、用材ノ結合法ニシテ本規程ニ明記ナキモノハ材料強弱論、應用力學及工學上ノ慣例タル近世諸大家ノ法則ニ依ル計算ヲ以テ確カム可キモノトス。

Erie (Pa.) ハ次ノ如キ明文ヲ有ス「一般ニ凡テノ應力ハ American Society of Civil Engineers ノ標準仕様書ニヨリテ計算スヘシ」。

New Haven 條例ハ次ノ如ク記載ス

各部材ノ寸法、必要部材ノ結合ハ本條例ニ規定セラルモノ、外 Haswell's Mechanics' and Engineers' Pocket Book, Trautwines' Engineers' Pocket Book 又ハ Kidder's Architects' and Builder's Pocket Book 三與テラレタル規程及條件ニヨリテ計算シ確カムルコトヲ要ス本條件ニ明記ナキ材料ノ應力及其形狀ハ最良ナル近世ノ慣例ニヨリテ決定ス可シ

茲ニ引用セントスル最後ノ條例ハ世界最大ノ都府 London ノモノナリ The London Council (General Powers) Act, 1909, in Section 22, "Provisions with respect to Buildings of Iron and Steel Skeleton Construction" ハ次ノ如ク指定ス

總テノ建築物ハ風壓ニ曝露セラル、其表面ノ上部  $\frac{2}{3}$  ニ對シテ各方向ヨリ作用スル 30 (英噸/平方呎)

以上ノ水平風壓ニ對シテ安全ニ抵抗シ得ル如ク設計ス可シ、

規程ヨリ超過セル許容應力ニ關シテハ「超過カ風壓ニ起因スル應力ニヨル場合ニハ 25% 迄之ヲ許可ス」ト規定セリ

## 結論

前記セル所ニヨレハ米國都市ハ凡ソ風壓ト風應力トノ出來得ル限りノ種々ナル配合ヲナシタルコトヲ認メ得可シ吾人ハ其各ガ相異レルヲ以テ敢テ非議セントスルモノニ非スト雖モ荷モ一條例ニシテ其條例中ニ齟齬セル要求又ハ不必要ナル要求ヲナシ又要求事項ヲ明記セサル如キハ明ニ缺陷アルモノト斷言セサル能ハス

大ナル面積ニ對シテ $\frac{30}{100}$  (或ハ $\frac{20}{100}$ )ノ風壓ヲ假定スルコト及之ガ爲メ特ニ部材ノ必要斷面積ヲ増加スルコトハ共ニ不必要ナルコトト謂ハサル可ラス又斯クノ如キ規程ヲ有スルモノハ事實上之ヲ閑却スルヲ常トス故ニ此ノ如ク實用シ難キ不合理ナル荷重及許容應力ノ指定ヲナスハ寧ロ合理的ナル假定ヲナシ之ヲ行フニ嚴ナラシムルニ若カサルナリ

吾國建築條例改正ノ必要ハ當局者モ亦之ヲ認メ幾多ノモノハ已ニ其改正ニ着手セラレ又風ノ作用ニ關スル吾等ノ智識ハ元ヨリ未タ不完全ナリト雖モ尙克ク現時ノ狀態ヲ變シ仕様上一層共通ナル論據ニ接近セシムルニ足ラン記者ハ先ツ統一ノ標準トシテ Chicagoノ建築條例ヲ提起セントスル者ナリ其對風抵抗ニ關スル條項次ノ如シ

總テノ建築物ハ其曝露面ニ對スル $30 \frac{100}{100}$  (或ハ $20 \frac{100}{100}$ )ノ水平風壓ニ抵抗シ得ル如ク設計ス可シ如何ナル場合ニ在リテモ風壓ニヨル顛倒力率ハ靜荷重ノ $50\%$ ニヨル建築物ノ安全力率ノ $75\%$ ヲ超過ス可カラス

其風壓應力ニ關スル條項ハ前ニ引用記載セルモノニシテ次ノ如シ

風壓應力ト他ノ動荷重及靜荷重ニヨル應力トハ合成應力ニ對シテハ前記許容應力ヲ $50\%$ 増加スルコトヲ得但シ風壓ノ作用セサル場合ニ要セラル可キモノヨリ小ナル斷面ヲ用フルコトヲ許ナス(完)