

鐵道橋示方書ニ就テ

(第三卷第五號所載)

工學士 坂岡末太郎

久保田工學士ノ鐵道橋示方書ニ就テナル論文ハ近來ノ大文字ニシテ工學界ノ惛眠ヲ覺醒セシムルニ足ルノ快事ナリ何事モ保守的ニシテ先輩ノ定メタル制度又ハ示方ニ對シテハ只管沈黙主義ヲ取り退嬰逡巡ヲ事トスルヲ能事トスルノ今日ニ當リ大膽ニ其抱負ヲ告白シテ世上ノ批判ヲ乞フノ舉ニ出テタルハ記者ノ大ニ多トスル所ニシテ如此ニシテ以テ始メテ本邦工學界ノ革新ヲ期ス可ク進歩ヲ見ル可ク研究ヲ重ヌ可キナリ然リト雖モ記者ハ一々著者ト同一意見タル能ハサルヲ遺憾トスルヲ以テ以下少シク記者ノ愚見ヲ述ヘテ大方ノ高教ヲ仰キ併セテ著者ノ教示ヲ待タントス

元來著者ノ提案セル問題ハ極メテ複雑ナリ極メテ大ナル問題ノミナリ決シテ一朝一夕ノ論去ス可キモノニアラス多大ノ時間ト多大ノ努力トヲ費サレハ到底之ヲ論シ盡クス能ハサルナリ若シ夫レ現今使用セル本邦鐵道示方書全班ニ亘リテ之レヲ批評センカ莫大ノ時間ト努力トヲ費スニアラサレハ之ヲ成スニ難シ記者ノ寡聞ナル又多忙ナル到底之ヲ成ス能ハスシテ又本工學會ノ如ク討議ノ時間ヲ制限セルカ如キニハ一層不可能ナリトス故ニ記者ノ今日述フル所ノモノハ之レカ全班ニ亘ルノ討議ニアラスシテ著者ノ提案セル問題ノミニ限ルモノトス

元來本工學會ノ目的ハ各問題毎ニ廣ク大方ノ意見ヲ求メテ各自ノ研究ヲ重ネ以テ我工學界ノ進歩ヲ計ルニナルヲ以テ自己ノ發表セル問題ニ關シテハ何人モ了解スルニ足ル可キ明瞭ナルヲ要ス是レ則チ各問題ヲ天下ト共ニ研究スルノ目的ニシテ著者又ハ批判者ノ專攻物ニアラサルカ故ナリトス此點ヨリ見ルトキハ著者ノ論述中往々用辭ノ説明ヲ缺キ又其公式其他ノ出所ヲ明ニセサルカ如キアルハ決シテ穩當ナリト稱スル能ハスシテ爾後此種ノ舉ニ出ツルナカラシムトテ希望シテ止マサルナリ

著者ノ論セルカ如キノ論點ニ關シテハ曩キニ米國ニハわつてゐる博士アリ獨ニハめらん (Melan) シ (Schaller) みゝるてんす (Mellmann) 其他ノ諸博士アリテ敢テ著者ヲ以テ之レカ論議ノばんぶれへ入るト稱スル能ハサルモ少ナクモ本邦ニ於テハ著者ハ其卒先者ナリト信スルヲ以テ記者ハ著者ニ向ツテ本問題研究ノつゝんだいタルノ名譽ヲ捧呈セント欲スルナリ

著者以應力ヲ計算材料ノ公差及強度ニ必要以上嚴密ナル規定ヲ設クルトキハ從テ橋梁ノ價格ヲ高ク無用ノ失費ニ陥ル可シトモ此提言ニ對シテハ何人モ異議チカルベキヲ確信ス何トナレハ必要ナラサル嚴密ナル規定ハ全然不用ナレハナリ然リト雖モ如何ニシテ必要不必要ヲ定ムルカニ至リテハ轉茫漠ノ感アルヲ免レサルナリ

著者ハ精密ノ度ヲ限定ス可キ二三ノ場合ヲ舉ケ先ツ第一ニ應力ノ計算ニ極メテ精密ナル數字ヲ用フルノ妥當ニアラサルヲ論セリ記者ハ不幸ニシテ極メテ精密ナル數字ナル意義ヲ充分解スル能ハサルヲ遺憾トス若シ此意義ヲシテ千位以下ハ切捨ツ可シ若シクハ百位以下ハ切捨ツ可シトノ意義ナルカ記者モ亦其然ルヲ贊同スルモノニシテ現在應力計算ニ當リテハ何人モ亦百位トカ千位以下トカヲハ四捨五入シテ計算スルナル可シ其之ヲ千位以下ニスルカ百位以下ニスルカハ

多少議論ノ餘地ナキニアラサルモ元來材料ノ大サヲ算定スルハ際ニハ出來合ノ材料ヲ用フルモノナルヲ以テ其部材ノ面積ハ正シク所要ノ面積ニ寸差ナキ迄相當スルモノナク止ムナク多少ノ餘積ヲ材料ニ取ルハ普通ノ場合皆然ルヲ以テ假令計算ニ不精密ナルアルモ此餘積ニヨリテ充分補ハル、ノ理トナリ結局精密ナル計算ハ無用ノ長物トナル然ト雖モ精密ナル數字ヲ要スルヤ否ヤノ問題ハ其之ヲ設計算定スル部材ノ大小ニヨリテ各異ナル可キヲ最良ナリト信ス若シ大應力ヲ受クル抗壓材又ハ抗張材ニアリテハ千位以下ヲ切捨テタリトテ何等ノ差支ナカル可キモ極メテ小ナル部材例之綾綴材ノ如キモノヲ計算スルニハ千位以下ヲ切捨ツルノ轉々粗雜ナルノ感アルヲ免レス要ハ應力ノ大小如何ヲ顧ミテ之ヲ適宜ニ取捨スルヲ適當ナリトセンノミ

若シ又精密ナル數字云々ノ意義ヲシテ極メテ複雜ナル公式ヲ用ヒテ算出スルノ要ナク要ハ單ニ五割トカ三割トカヲ見込ミテ計算ス可シトノ意義ナリトセンカ記者ハ不幸ニシテ之レニ贊同スル能ハサルナリ記者ノ後節ニ論スルカ如ク以テ複雜ナル可クンハ如何ナル手數ヲ厭フノ必要ナク尙クモ複雜ナルヘカラスンハ好加減ノ計算モ亦何等ノ不可ナキナリ要ハ計算ノ理論的ナルヤ否ヤニアリ記者ハ現今ノ知識内ニアルモノハ何事モ理論的ニ計算ス可キヲ主張スルモノナリ尙クモ理論的ニ計算シ得可シトセハ手數ノ如何ハ措テ論スルニ足ラスト主張スルモノナリ人或ハ實際上餘リニ理論的ニスルノ必要ナシト論スルアルモ實際ト理論トハ決シテ衝突スルモノニアラスシテ其衝突スルカ如ク見ユルハ之レ實ニ衝突スルニアラスシテ理論ノ未タ至ラサルアルカ若クハ實際ノ至ラサルカニ歸ス眞ノ理論ト眞ノ實際トハ決シテ衝突スルモノニアラサルヲ確信スルナリ故ヲ以テ理論上算定シ得可キモノハ兎ニ角精密ニ之ヲ計算シ置キ之レニ實際上ノ考點ヲ加味シテ場合ヲ察シテ之ヲ取捨加減スルヲ適當ナリト主張スルモノナリ單ニ實際ノミヲ以テ凡テヲ律スルカ如キハ少クモ多少教育アルモノ、採ル所ニアラサルヲ確信スルモノナリ

著者ハ假定機關車ヲ標準トシテ計算セル應力ハ實際ト相去ル遠キヲ以テ精密ナル計算ヲナスノ無意義ナルヲ主張スルモ記者ノ觀ル所ヲ以テセハ假定機關車ヲ標準トスルカ故ニ益々精密ナル計算ヲ要スルモノト信スルナリ其應力ノ實際ト相去ル遠キヤ近キヤハ別ニ問フヲ要セザルナリ元來實際ノ應力如何ハ之レヲ知ルコト甚ク難シ應力計ヲ以テ縮力材ヲ驗スルニ其材ノ或ル部分ニ張力ノ起ルヲ發見スルカ如キハ全然計算ト實際トノ符合セサルヲ證ス可シ若シ著者ノ論法ヲ展開セハ計算ト實際ト符合セサルカ故ニ假定機關車ナラサル實際機關車ヲ用フル場合ニモ極メテ精密ナル計算ハ不必要ナルコト、ナル果シテ然ラハ橋梁應力ノ計算ハ假定機關車ヲ標準トスルト否トヲ問ハス全然精密ナル計算ヲ要セザルコト、ナルナリ之レ果シテ通論ト稱スルヲ得ルカ記者ハ疑ナキ能ハサルナリ故ニ記者ノ主張スル所ノモノハ實際ノ應力如何ハ暫ラク措テ問ハス兎ニ角吾人ノ知識範圍内ニアル限りハ各部材ノ應力ヲ精密ニ計算スルハ極メテ必要ニシテ其之ヲ取捨加減スルハ適宜之ヲ各場合ニ特選スルヲ可ナリト信スルナリ

假定機關車ナルモノハ重ニ其軌道ヲ通行スル最大重量ノモノナレハ之レヲ標準トシテ計算セハ夫レ以下ノ重量機關車ニハ極メテ安全ナリト假定シテ差支ナキ車軸ノ配置ニヨリテ時ニ取捨アル可キモモノナレハ記者ハ矢張精密ナル計算ヲナス可キヤ否ヤノ問題ハ假定機關車ヲ用フルト否トニ全然無關係ナルヲ信スルナリ

著者ハ又精密ナル計算不可能ナルモノアリ材料ノ強度及寸法精確ナラサルモノアリ製作上ノ誤差アリ安全率ナル曖昧ナルモノアリテ精密ノ計算モ何等ノ用ヲ爲サ、ルヲ論述セルモ是等ノ諸點ハ果シテ計算ノ精密ヲ否定スルノ正當ナル理由ナリヤ否ヤハ記者ハ容易ニ贊同スル能ハサルモノアリ記者ノ屢々繰返セルカ如ク吾人ノ知識ハ薄弱ナルノ故ヲ以テ吾人ノ實際ハ不完全ナルノ故ヲ以テ之ヲ精算スルノ必要ナシトセハ吾人ノ今日信スル所ノ第一應力ノ計算モ亦不必要ト

ナルナリ何トナレハ吾人ノ計算ト現今築造セル橋梁ノ實際應力トハ一致セサルコト應力計ノ觀測ニヨリテ明カナレハナリ故ニ吾人ノ主張スル所ノモノハ實際ノ應力如何ヲ問ハス吾人ノ知識範圍内ニ於テ之ヲ精算シ置キ實地上ノ考ヲ以テ之ヲ取捨加減スルヲ宜シトスルノ點ニアリテ實地ト合サルヲ以テ之ヲ好加減ニ計算ス可シト主張スルカ如キハ記者ノ與ミスル能ハサル所ナリ

### 活荷重

此點ニ關シ著者ハ假定荷重ハ實際ト合ハサルカ故ニクハ一氏仕様ニヨリテ應力ヲ計算スルモ現在ハ兎ニ角將來ハ之レカ變更ヲ要ス可シトセリ然リ記者モ亦其然ルヲ信シ又然ラサルヘカラサルヲ信スルモノナリ將來機關車荷重並ニ働輪ノ配置ニ變化ヲ來シ又其速度ニ變化ヲ來セル以上ハ假定荷重ニモ變化ヲ來サハルヘカラサルハ當然ナリトス

集荷重法ト等布荷重法ト若クハ當荷重法トノ利害得失ニ關シテハ著者ノ指摘セルカ如クニシテ何レモ一得一失アルヲ免レサルモ單ニ計算ノ煩不煩ヲ以テ之レカ取捨ヲナスカ如キハ大ニ考慮ヲ要スルコトナリトス若シ著者ノ論去セルカ如ク實際應力ハ計算應力ト符合セサルヲ以テ之ヲ精算スルノ必要ナシトセハ是等何レノ方法ト雖モ著者ノ満足ヲ購フ能ハサル可シ等布荷重法當集荷重法等ハ勿論ノコト假令集荷重法ト雖モ實地ト相去ルヤ遠シ矣何トナレハ集荷重法ニテハ一定ノ距離内ニアル各荷重ハ圖上ニ示セルカ如ク橋梁上ニ働クモノトシテ計算スルモ實際上果シテ此荷重ノ配置通りノ距離ニテ橋桁上ニ働クモノナリヤ頗ル問題タレハナリ元來各荷重ハ直接ニ橋桁上ニ働クモノニアラスシテ先ツ軌條ニ働キ次ニ枕木ニ移リ次ニ橋桁ニ移ルモノトス今軌條上ニ於ケル荷重ノ作用ヲ見ルニ軌條ハ之ヲ一種ノ連續桁ト見做シ得ルヲ以テ其各枕木點ニ及ボス影響ハ或ハ正的反力トナリ或ハ負的反力トナリ決シテ各點皆正的反力ヲ受ケル能ハサルハ理論上ヨリ實驗上ヨリ明カナリ記者ハ此點ニ關シテハ約二箇年ニ亘ルノ實驗研究ヲ遂ゲタル

ニヨリ他日此結果ヲ發表スルヲ期ス。果シテ然ラハ枕木ノ配置ニヨリ決シテ圖面通りノ荷重ヲ受ケスシテ荷重ノ枕木ニ移ルノ際ニハ已ニ集荷重ノ配置ニ移動ヲ來シ決シテ元配置通りニ傳達セサルヤ明カナリトス。枕木ヨリ桁ニ移ルノ際ニハ枕木ノ數ト枕木ノ強度ニヨリテ更ニ荷重ノ傳達ニ移動ヲ來ス可キヲ以テ前後二回ノ變動ハ荷重ノ傳達ニ起リ結局圖面通りノ傳達ハ全然不可能トナル已ニ圖面通りノ傳達不可能ナリトセハ集荷重法ト雖モ餘リ信用ス可キノ應力ヲ與ヘサルコトハ正ニ然ル可キノ結果ナラスヤ

以上ニシテ大過ナシトセハ著者ノ所謂實際ト計算ト符合セサルカ故ニ之ヲ精算スルノ無意義ナリトノ主張ハ全然無意義ニシテ此論法ヲ展開セハ橋梁ノ第一應力精算モ亦無視セサルヘカラサルノ議論トナル記者ハ與ミスル能ハサルノ理由茲ニ在リ

記者ヲシテ極端ニ云ハシメハ記者ハ現今假定スル集荷重法ハ全然實際ト異ナル配置ヲ橋桁ニ引起スモノニシテ從テ現今使用スル假定集荷重ハ實際橋梁上ニ及ホス應力ヲ見出スニハ全然不適當ナルモノナリト稱センノミ

然ラハ即チ如何ニセハ最モ理想的ナル計算ヲ成シ得ルヤト云フニ先ツ枕木ノ距離ヲ定メ連續桁トシテ働ク所ノ軌條ヨリ三力率ノ理論ヲ以テ各枕木ニ移ル所ノ反應力ノ正負ヲ精算シ其算出ニヨリテ生スル正の反應力ハ如何ナル距離ナルカヲ體メ然ル後集荷重法ヲ應用シテ各材ニ及ホス應力ヲ計算スルヲ以テ最モ理論的ナリトナスナリ三力率ノ理論ハ固ト各支點ニハ何等ノ彈性ナキモノトシテ論定セラレタルモノナレハ直接ニ之ヲ應用スル能ハサルヲ以テ此場合ニハ枕木又ハ橋桁ノ彈性ヲ考入セル三力率ノ理論ナラサルヘカラサルナリ

以上ノ方法ニヨレハ手數ノ大ナルハ固ヨリニシテ計算上非常ナル煩雜アルヲ免レサルモ最モ信ニ近キ應力ヲ計算セント欲セハ是非此方法ニ頼ルヨリ外ナキナリ故ニ記者ハ現今用フル假定

以上ノ如キヲ以テ記者ハ實際如何ハ之ヲ問フヲ要セス其煩不煩ハ之ヲ論セス吾人ノ知識内ニアル程度ニ於テ兎ニ角之ヲ精算シ置キ然ル後實地上之ヲ取捨加減スルヲ正當ナリト信スルナリ  
 因ニ云フ著者ハ又第四十三頁ニ於テ獨逸ノ示方書ヲ紹介シ其極メテ簡明ナルヲ唱道セリ記者ハ大ニ之レカ紹介ノ勞ヲ謝スルモノナリ然リト雖モ著者ノ述フル所ノモノ例之四十三頁ニ掲ケタル表ノ如キハ或ハ著者ノ算出セルモノ、如クニモ見ヘ又如クナラサルニモ見ユ此表ノ如キハ獨逸示方書ニ明記セルノミナラス獨逸ノ橋梁書中ニモ之ヲ轉載セルモノ多々アリテ決シテ著者ノ算出ニアラサルコトハ明カナルヲ以テ之レカ表ノ出所ヲ明記シテ之レヲ讀者ニ紹介スルコトハ極メテ必要ニシテ斯學研究者ニハ一層便ナリトス又其所在ヲ明記スルハ元著者ニ對シテ敬意ヲ表スルノ方法ナルヲ以テ記者ハ此種ノ場合ニハ是非トモ之レカ元著者ヲ讀者ニ紹介シ置クコトヲ希望スルモノナリ

### 擊衝

著者ハ此問題ニ關シ種々ノ公式ヲ掲ケタリ然リト雖モ是等ハ重ニ米國ニ於ケル公式ニシテ獨逸式ハ單ニめらん氏公式一ニ止マレルヲ以テ記者ハ尙二三ノ獨逸式ヲ掲ケテ以テ世人ノ參考ニ供ス可シ  
 獨逸ニ於テ始メテ擊衝ヲ考察セルハゲルバ(Gerber)氏ニシテ實ニ千八百六十三年ノ古キニアリ同氏ハ始メニ此種係數ヲ2トス可シト唱道セシモ後年ニ於テハ5トス可シト訂正セリ其後千八百八

十五年くろーん (Kron) 氏ハ之レヲ (鐵道橋ニテハ) トス可シト公表セリ夫レヨリ諸家交々起ツテ之レカ公式ヲ提供スルニ至リ其重ナルモノ二三ヲ掲クレハ次ノ如シ  
えんげさる (Engesser) 氏ハ次ノ如シトセリ

$$I = .67$$

20米以上ノ徑間ニテハ

$$I = .67 + .001(20 - I)^2$$

20米以下ノ徑間ニテハ

$I =$  徑間長米數

ふ\*あねろ (Vianello) 氏ニヨレハ次ノ如シ

$$I = \frac{L}{D + L^a}$$

$L =$  活重

$D =$  死重

$a =$  定數ニテ平坦線路ニテハ  $\frac{1}{2}$

$a =$  粗雜ナル線路ニテハ 1

へーゼれる (Haezeler) 氏ニヨレハ次ノ如シ

$$I = 2 + \frac{1}{n}$$

$n =$  橋梁上ニ來ル車數軸數

從來ノ諸式ヲ考察スルニ或ハ徑間ノ函數ナルアリ或ハ橋上ニ載レル荷重長サ又ハ軸數ノ函數ナルアリ或ハ橋上軌道數ノ函數ナルアリ或ハ死活兩重ノ函數ナルアリテ區々紛々殆ント其歸着スル所ヲ知ラサルノ觀アリトス然リト雖モ是等ノ公式ハ果シテ其根底ニ於テ論理的ナルヤ否ヤ記者ノ觀ル所ヲ以テセハ何レモ充分ノ信頼ヲ措クニ足ラサルヲ覺フ元來擊衝係數ナルモノハ死活兩重ノ函數ナラサルヘカラサルハ勿論速力ノ關係亦大ニ與カラサルヘカラサルナリ加之撓度ハ



材料ノ強弱上看過スヘカラサル因子ニシテ同一荷重ト同一ノ速力ヲ以テスルモ必スシモ同一ノ撓度ヲ現出スルモノニアラサルヲ以テ其材料ノ靜的撓度ヲモ考察スルノ必要アリトス著者ノ掲ケタル諸公式ハ記者ノ今茲ニ掲ケタル公式ト共ニ何レモ是等全部ヲ考察セルモノナク單ニ其一部ヲ函數ニ取レルニ止レルノミ記者ハ以上諸氏ノ提供セル公式ニ對シテ充分ノ信賴ヲ措ク能ハサルノ理由ハ夫レ茲ニアリトス

著者ノ掲ケタル公式中りんでんたる (Lindenthal) 氏ハ載セテ工學雜誌 (Engineering News, August 1, 1912) ニアリ同氏ハ自ラ稱シテ擊衝新公式ナリトシ此公式ハ何レノ場合ヲ問ハス最モ眞ニ近キ結果ヲ與フルモノナリト誇稱スルモ果シテ然ルヤ否ヤ疑ナキ能ハサルナリ何トナレハ氏ノ論理法ハ極メテ粗雜ナルノミナラス又假定ヲ加味セル多ケレハナリ且ツ氏ノ公式ハ氏自ラ速力ハ擊衝ニ大關係アリト唱道シナカラ何等速力ヲ考察スルナク又之レヲ實驗ノ方法ニヨリテ其果シテ眞理ナルヲ證明スルノ舉ニ出テサルヲ以テ記者ハ之ヲ信賴スルニ足ルト信スル能ハサルナリ又同式ハくーばー氏ノ F50 荷重法ニ適用シテ之レカー一般公式

$$I = \frac{I^2}{L+D} \times \frac{8Q+qa}{4Q+4qa}$$

Q = 機關車及炭水車重

a = 炭水車後ニ連結セル列車長

q = 炭水車後ニ連結セル列車重每尺長ニテ

$$I = \frac{I^2}{D+L} \times \frac{1,200+a}{500+4a}$$

トセルモノナレハ其他ノ荷重法ニ對シテハ全然異ナル形狀トナル可ク從テ此式ヲ凡テノ場合ニ適用シテ眞ヲ保ツ能ハサルハ之ヲ想定スルニ難カラサルナリ

(序ニ云フ著者ハりんでんたる公式ヲ

$$I = \frac{D+L}{600+4a} \times \frac{1,200+a}{600+4a}$$

形狀ニ記セルモノ之レハ多分著者ノ書キ誤リガ文ハ活字ノ誤リナル可ク正式ハ前掲ノ如クナレハ茲ニ之ヲ訂正シ置ク)

著者ハ米國鐵道協會ノ推獎セル公式

$$I = \frac{100}{1 + \frac{1}{30,000}}$$

ヲ今日迄用ヒラレタル公式中ノ最良ノモノトセリ或ハ然ラン然リト雖モ記者ノ前述セルカ如ク此式ハ單ニノミノ函數ナリトノミノ函數ナル公式ハ其根底ニ於テ已ニ誤レルモノト斷セサルヘカラス此公式ノ定數ハ則ハチ其他ノ要因ヨリ來レル影響ヲ包容セリト云ヘハ云ハレサルニアラサルモ要因ノ重ナルモノヲ考察セサル公式ハ餘リニ茫漠ナリ餘リニ非科學的ナリ尙一層學理的ナル公式ヲ提供スルニアラサレハ記者ハ信賴ヲ首肯スル能ハサルナリ千九百十七年三月發行ノ米國鐵道協會報告ニヨレハ調査委員ハ幾多ノ實驗ヨリ之レカ正確ヲ證明セルモノニシテ座上空論ヨリ之レヲ導出セルモノニアラサルハ明カナルモ同協會ハ一々其速力ヲ觀察シツ、アルヲ以テ今一步ヲ進メテ速力ヲI値ニ加味セハ一層實際ニ適切ナル公式タルヲ得タリシオラシ又同協會ノ報告ヲ熟讀スルニ速力ノ大ナルトキハ靜的應力 (Static stress)ト最大應力 (Max. stress)トノ過餘セル割合ハ一般ニ大ニシテ速力ノ要因ヲ公式中ニ挾入セサルヘカラサルノ理明カナルニモ關ハラス委員等ハ尙之ヲI値ニ加味セサルハ記者ハ之レカ理由ヲ解スルニ苦シム所ナリトス故

著者ノ唱アルカ如ク最優良ナル公式ナリトセハ現今迄提供セル公式中ニ就テ云テ可キノミニシテ其優良ノ絶對的ナラサルハ記者ノ大ニ遺憾トスル所ナリ  
 千九百七年ニ於ケル(H. Saller)氏ノ「鐵道ニ於ケル擊衝作用」(Stosswirkungen im Eisenbahnbetriebe)ト題シテ橋梁上ニ於ケル擊衝ヲ論セルロトナリ右論文ハ獨逸發行雜誌「鐵道學進步機關」(Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, 6 Heft, 1907)ニアリ同氏ノ公式Iハ次ノ如シ

$$I = \frac{g_1}{T} \sqrt{\frac{m + m_1}{m_1 + g_1}}$$

$g_1$  = 靜的撓度

$T$  = 最大荷重ニ至ル迄ノ時間

$g$  = 重力

$m$  = 死重ノ質量 (Mass)

$m_1$  = 出重ノ質量

ニシテ  $m$  及  $m_1$  ニ對シテ極少ナル場合ニハ次ノ如クセリ

$$I = \sqrt{\frac{g_1}{T^2 g}}$$

此公式タル死活兩重ハ勿論速力撓度重力等ヲ加味セルモノニシテ諧音運動 (Harmonic motion) ノ理論ヲ應用シテ數學的ニ導出セルモノナレハ之レヲ他ノ公式ニ比スレハ其精確ノ點ニ於テ天地霄壤ノ差アリトセサルヘカラス勿論此公式ト雖モ或ル假定上ニ基キテ導出セルモノナレバ全然非難ヨリ自由ナリト稱スル能ハサルモ兎ニ角ニ諸公式中ノ白眉ト稱ス可キモノタルハ疑ヲ容レスト信ス唯惜ラクハ之ヲ實驗ニ徵シテ或ル定數ヲ加ヘテ之ヲ完璧トナスノ舉ニ出テサルノ點ニア

リトス故ニ記者ハ世上ノ諸研究者ニ望ム所ノモノハ此式ヲ基礎トシテ色々ノ實驗ヲ施シ之レニ定數ヲ加味シテ以テ一層學理的ナル公式トナサント欲スルノ點ニアルナリ

著者ハ擊衝公式ノミヲ改正シテ之レニヨリテ橋桁ノ重量ニ大ナル變改ヲ來サシムルハ果シテ妥當ナリヤ否ヤ疑ナキ能ハスト記セルモ記者ハ之レニ贊同スル能ハサルナリ記者ハ正當ナル公式ノ發見次第少クモ從來使用セル公式ヨリ優良ナル公式ノ發見次第之レヲ改正センコトヲ希望スルモノナリ米國鐵道家ハ僅々二三年前ニ制定セル公式ヲモ本年度ニ至リテ之レヲ訂正セント欲スルノ舉ニ出ツルノ研究ト意氣トヲ壯トスルモノナリ本邦鐵道ニテハ十數年以前ニ定メタルモノヲ今尙墨守セシメテ毫モ之レカ改竄ヲ加フルノ意氣ナキヲ慨スルモノナリ著者ノ主張スル所ニヨレハ全部ニ亘ルノ改正ヲ加ヘサレハ統一的設計ヲ見ル能ハサルカ故ニ一部ノ改正ハ何等利アル所ナキカ如ク論セルモ記者ハ一部分ナリト雖モ改正ノ必要アレハ之レカ改正ヲ速施スルヲ希望スルモノナリヨリ學理的ナル公式アレハ舊ヲ棄テ、新ニ就クヲ推獎スルモノナリ其結果橋桁ノ重量ヲ加ヘタリトテ之レ止ムヲ得サルノ重加ナリ學理的ナル重加ナリ學理的ナラサルモノヲ去リテ之ヲ學理的ナラシムルハ記者ハ其是ヲ見テ未タ其非ヲ見サルナリ

著者ハ又計算ノ簡便ヲ欲スルカ爲メニ可成簡單ナル公式ヲ賞揚シ計算ノ手數ヲ要スルモノハ全然之ヲ排斥スルノ態度アルヲ暗示スト雖モ要ハ擊衝ヲ考察スルノ必要アリヤナシヤノ問題ニ歸ス若シ必要ナシトセハ若シクハ其必要極メテ少ナルモノトセハ好加減ノ公式ヲ以テ之ヲ律スルモ蓋シタル不都合ナカル可キモ若シ必要アリトセハ若シクハ極メテ必要ナルモノトセハ是非共之ヲ考入スルノ必要アリテ其手數ノ煩不煩ハ敢テ問フ所ニアラサルナリ記者ノ信スル所ニヨレハ將來ノ鐵道ハ其動荷重量々増大シ來ル可ク其速力モ亦今ヨリ一層大ナル可キヲ以テ擊衝ノ影響モ亦益々大ナル可シ從テ此問題ハ橋梁ノ設計上一大要素トナル可キヲ以テ敢テ計算ノ手數ノ

如何ヲ以テ之ヲ取捨ス可キモノニアラサルヲ信スルナリ

### 可許應力

著者ハ此問題ニ關シ從來ノ示方書ヲ非難シ左ノ如ク論セリ

示方書ニ於ケル大方針トシテ材料ノ強度ヲ先ツ定メ應力ヲ變化セシメテ此限度ニ近カラシメ且ツ之ヲ超過セシメサルヲ要ス

應力ニ對シテハ計算ノ不充分ナルヲ補フ爲メニ或ル係數ヲ乘シ更ニ許容應力ニ對シテ他ノ安全率ヲ乘スルハ畢竟二重ノ不明率ノ爲メニ粗密ノ度ヲ減シ且復雜ヲ増スモノニシテ其可ナル所以ヲ見サルナリ

右論定ニ對シテハ記者ハ不幸ニシテ贊同スル能ハサルナリ元來材料強度ナルモノハ之レヲ極言セハ實驗セル材料其物ニノミ真ニシテ假令同一製造所ノ製造セル同一寸法ノモノト雖モ決シテ寸差ナキノ強度ヲ與フルモノニアラス況シテ寸法ノ異ナルアリ製造所ノ異ナルアリ製造法製造時ノ異ナルニ於テハ其強度ノ異ナルニ至ルヤ當然ナリトス著者ハ材料ノ強度ヲ以テ一定セルモノト稱スルモ是非ナリ吾人ノ平素稱スル強度ナルモノハ實驗數ヲ以テ平均セル強度ノミ則ハチ其完全ナル材料ト不完全ナル材料トノ強度ヲ平均シテ得タルモノ、ミ若シ其最低ナル強度ヲ以テ材料ノ強度ナリトセハ優良ナル材料ニ對シテ其強度ハ餘リニ貧弱トナリ又其最高ナル強度ヲ以テ材料ノ強度ナリトセハ劣等ナル材料ニ對シテハ其強度ハ餘リニ高強トナル之レカ平均ヲ以テ其材料ノ強度ト定メタルハ即ハチ兩者ニ對シテ之レカ中庸ヲ得ルノ目的ノミ又實地使用スル材料ハ其寸法區々ニシテ其材質モ亦絕對ニ同一ナリト稱スル能ハサルナリ若シ瑕疵ノアル材料唯一ナリトモ混入スルニ於テハ一層危險ノ性質ヲ帶フルニ至ル現今ノ製鐵法ハ舊來ニ比シテ大ニ面目ヲ改メタルハ明カナルモ何人カ能ク全部同一ナル質量ノ鐵材ナリト斷スルヲ得ンヤ假

令其材質ニ於テ同一ナルモノトスルモ其實驗ヨリ割出セル強度ヲ以テ凡テノ寸法凡テノ材質ニ對シテ全然同一強度ナリト斷スルヲ得ンヤ果シテ然リトセハ材料ノ強度ヲ以テ一定スト主張スルハ其當ヲ得サルハ明カニシテ從テ吾人ノ材料強ニ對スル知識ハ或ル程度ヲ超ユルトキハ依然トシテ不明ナルヲ免レサルナリ此不明ヲ補フカ爲メニ安全率ハ依然トシテ必要ニシテ可許應力ニ對シテ安全率ヲ加フヘカラサルノ理由ハ成立スルモノニアラスト考フルナリ

著者ハ應力ニ種々ノ要素ヲ加入セハ可許應力ニ安全率ヲ加フルノ必要ナシト論スルモ可許應力ト種々ノ應力ヲ考察スルトハ全然別物ナリ種々ノ應力ヲ計算スルハ之レ必要ナル計算ナリ吾人ノ知り得ル應力ヲハ之ヲ理論的ニ計算スルハ橋梁ノ設計上必要不可缺ノ計算ナリ列車ノ速度ノ加ハ、ルニ從ヒ遠心力、擊衝、第二應力、撓度其他ヲ考察スルハ將來ノ橋梁設計上極メテ必要ナル計算ナリ手數ノ如何ハ之ヲ間フ可キニアラサルナリ然リト雖モ吾人ノ知識ハ未タ完全ナラサルナリ第二應力ノ計算ノ如キモ果シテ完全無缺ナリト稱スルヲ得ルカ不定應力 (Indeterminate stress) ノ如キハ近來「最小仕事」ノ理論ヲ以テ極メテ論理的ニ計算セラル、ニ至リシト雖モ橋梁ノ構造上決シテ遺憾ナク之レカ計算通りニ動作スル様仕口シ得ルカ吾人ハ決シテ其然ルヲ斷言スル能ハサルナリ如此不完全ナルアリ如此不明ナルアリトセハ吾人ハ應力ニ對シテ或ル程度ノ安全率ヲ見込ムハ是レ正ニ許容ス可キノ當然ニアラスヤ以上ノ理由ニヨリテ從來ノ示方書ニ二重ノ不明率ヲ加フルハ決シテ不當ニアラスト信スルナリ

著者ハ又材料ノ最小許容應力ヲ測定シテ材料公差ノ最大限率ヲ乘シテ許容應力トナス可シトセリ記者ハ又此點ニ贊スル能ハサルナリ若シ著者ノ主張スルカ如ク強テ材料強ヲ一定セントセハ材料ノ最少強ヲ取ルヲ安全トナスト考フ假令公差ノ百分率ヲ見込ムトスルモ最少限ヲ超ユルトキハ最弱ナル材料ニ對シテハ依然トシテ危險ナルヲ免レサルヲ如何セン人或ハ製作ノ際注意セ

ハ不完全ナル材料全然構造ニ入ルモノニアラサルヲ主張センモ是レ云フ可クシテ行フヘカラサル事項ナリ橋梁用材全部ヲ残り隈ナク検査スルハ全然不可能ニシテ好シ又之レヲ實行シ得ルトスルモ監督ノ不行届ナルアリ若シクハ過失ノアルアリテ偶々劣等材料ノ混入スルガ如キアラハ危険ノ度ハ依然トシテ是等ノ最弱點ニ存スルニアラスヤ

材料ノ最少強ヲ以テ可許應力トセハ橋梁ノ死重ハ餘リニ大トナリ之レヲ從來ノ方法ヨリスル橋梁ニ比シテ甚シキ相違ヲ見ルニ至ラン是レ則ハチ或少部分ノ弱點ヲ補フカ爲メニ全部ニ亘リテ徒ラニ死重ヲ増加スルモノニシテ決シテ最良策ト稱スル能ハサルナリ故ヲ以テ最極強ニ或ル係數ヲ乘シテ可許應力トナスノ方法ニ對シテハ記者ハ其可ヲ見テ其不可ナルヲ見サルナリ著者ハ又支柱公式ノ米國ニ於ケル變遷ヲ略述セリ記者ハ茲ニ歐洲ニ於ケル他ノ一二ノ公式ヲ記シテ以テ讀者研鑽ノ一端ニ供ス可シ

歐洲ニ於ケル此種公式ノ卒先者ハおえら (Euler) 氏ニシテ其後提供セラレタル公式ハ皆多少ナリトモ必ラス此公式ニ負フ千八百九十六年てつとまーや (Tiemmer) 氏ノ發表セル公式ハ其形狀全然トイマスじょんそん (Thomas Johnson) 氏ノ公式ト同一ニシテおえら一公式ニ觸線ヲ引イテ導出セル方法モ亦全然同一ナリトス即ハチ次ノ如シ

$$p = s - k \left( \frac{l}{r} \right)^2$$

みくらーぶれすらう (Miller-Breslau) 氏ハ從來公式ノ外心ヲ考入セサルヲ難シテ之レヲ考入スルノ公式ヲ與ヘタリ即ハチ氏ハ荷重ハナル外心距離ニ來レル場合ノ公式ヲ研究シ二倍ノ荷重來ルモ尙制限内ニアルモノトシテ次ノ公式ヲ掲ケタリ

$$\frac{2P}{F} + \frac{2P(f_0 + \delta)}{W} < 2,400 \text{ kg/cm}^2$$

$f_0$  = 外心距離ニテ  $\frac{1}{200}$ ト假定ス、 $F$  = 支柱斷面積

$P$  = 荷重

$\delta$  = 支柱ノ彎曲

$W$  = 抗力率

$$f_0 + \delta = f_0: \left( \frac{\pi^2 P}{4R} + \frac{\pi^2 P^2}{96R^2} \right)$$

$$R = \frac{\pi^2 EI}{P}$$

けーちゑ (Kaiser) 氏ハ次ノ式ヲ與ヘタリ

$$\lambda = \frac{P}{F} + \frac{R}{R-P} f_0 \frac{P}{W}$$

$f_0 = \frac{l}{150}$  ノ外心距、 $\lambda$  = 支柱單面積ニ受クル應力

$$f_0 + \delta = \frac{R}{R-P} f_0$$

其他ノ諸式同斷

後ノ二公式ハ可許應力ヲ與ヘタルモノニアラサルヲ以テ之レヨリ直ニ斷面積ヲ得ル能ハス即ハ  
 テ此式ニテハ先ツ斷面ヲ假定シテ之レニ對スル可許應力ヲ計算シ此應力ハ已知荷重ニ超ヘサル  
 ヲ要スルモノニシテ要スルニ試算 (Trial) ノ方法ヲ與ヘタルモノトス  
 後二者ハじゑんそん式又ハてつとまーやー式ニ比シテ極メテ複雑ニシテ著者ノ唱道セルカ如ク



計算ノ簡便ヲ標準トシテ之レヲ論セハ不合格ナルバ勿論ナルモ外心 (Eckzentrität) ヲ考點ニ入レルハ較々論理的ナルヲ失ハサルナリ

著者ハおえら「式ヲ評シテ彎曲ノミヲ考察シテ軸應力トノ合成作用ヲ考入セサルヲ以テ實用上不適當ナリ」トセリ記者モ亦其然ルヲ信スルナリ然レトモ記者ノ怪訝ニ耐ヘサルノ點ハ著者ハ彎曲ノミヲ考ヘタル公式ヲ排斥シテじょんそん教授ノ拋物線公式ヲ推獎セルノ點ニアリ軸應力ト彎曲トノ合成作用ヲ考入セサルヲ以テ不適當ナリトセハ是等ヲ考入セルモノハ適當ナリトノ結論ハ成立ス可シト信ス果シテ然ラハじょんそん教授ノ「現今構造物論」 (Modern framed structures) 百四十四頁ニ導出セル公式即ハチ

$$P = p = \frac{f}{1 + \frac{ay}{p} + \frac{f-p}{SE} \left( \frac{l}{r} \right)^2} \dots \dots \dots (A)$$

ハ最モ理想的ナル公式ナラサルヘカラス同時ニ著者ノ最モ推獎ス可キ公式タラサルヘカラス然ルヲ著者ハ毫モ此式ヲ推獎セスシテ却テ同教授ノ拋物線公式ヲ推獎スルノ語氣アルハ少シク自家撞着ノ嫌ナキニアラサルカ  
じょんそん教授ノ拋物線公式即ハチ

$$y = f - bx^2, \quad x = \left( \frac{l}{r} \right)^2$$

ノ形狀ヲ有スル公式ハじょんそん氏ノ著書ニ明記セルカ如クおえら「氏曲線ニ觸拋物線 (Tangent parabola) ヲ引ケルモノニシテ其おえら「氏曲線トじょんそん氏曲線トノ共通點即ハチ觸點ニテハ全然おえら「公式値ヲ採用シテ導出セルハ同教授著書百五十頁ニ明カナリ從テ此式中ニハおえら「式値ノ加味セラル、ヤ勿論ナリトス若シ著者ノ唱フルカ如クおえら「式ヲ不適當ナリトセ

バジソンを元式モ亦此不適當ナル要素ヲ含入セルヲ以テ同時ニバジソン公式モ亦不適當ナリ  
 卜斷セサルヘカラス然ルヲ著者ハ先キニハ之ヲ排斥シテ後ニ之ヲ推奨セルハ如何之レ亦自家權  
 着ノ嫌アルヲ免レサルニアラサルカ  
 故ヲ以テバジソン式ヲ以テ著者ハ能ク實驗ノ結果ト一致ス云々ト稱スルハ記者ハ其意ヲ解ス  
 ルニ苦シム所ニシテ此式ニシテ一致ストセハおえらト式モ亦一致スルモノニアラサルカ元來バ  
 ンソン氏拋物線公式ハ幾多ノ實驗ヨリ導出セルモノニアラス又軸應力外心其他ヲ考察セルモ  
 ノニモアラス唯おえらト式ニ觸拋物線ヲ引キテ導出セルモノニ過キサルヲ以テ決シテ著者ノ希  
 望ニ副ヘルモノニアラサルナリ  
 おえらト氏公式ハ次ノ三項ヲ假定シテ導出セルモノニシテ  
 一 荷重ハ正シク軸向ヲ取レルコト  
 二 支柱ハ正シク同質 (Homogeneous material) ニシテ其彈性ハ各部同一ナルコト  
 三 單位面積ニ受クル應力ハ同一ニシテ且皆彈性限内ニアルコト

此三者中何レカ一ニ缺クルアラハ全然適用スル能ハサルノ公式ナリ以上三項中第二第三ハ何レ  
 ノ材料ヲ論セス正サニ然ラサルヘカラサルモノニシテ此二項ハ何レノ材料ニモ許容スルニ足ル  
 可キハ明カナルモ(實用上)第一項ハ是非トモ之レヲ考入スルノ必要アルヲ以テ若シ此點ヲ考入ス  
 ルヲ正式ナリトセハ記者ノ先キニ掲ケタル(A)式又ハおざるどん公式ヲ採用スルカ若シクハみ  
 下公式けいざる公式ヲ採用セサルヘカラス此等ハ其運算極メテ困難ナリト雖モ豫メ表製シテ之  
 ヲ應用スルノ舉ニ出ツルカ又ハ豫メ曲線ヲ畫キテ之ヲ應用スルノ舉ニ出テハ公式ノ複雑ナルハ  
 實用上何等ノ不利ヲ來サハルハバジソン教授モ公言セルカ如クナルヲ信スルナリ  
 著者ハ拋物線公式ヲ以テ能ク實驗ト一致スト稱スルハ記者ノ解スル能ハサル所ニシテ此點ニ關

シテハ記者ハ充分著者ノ教ヲ乞ハント欲スル所ナリ  
 じょんをん氏ニヨレハうたいたうんあるせなる(Waterloo Arsenal)ノ實驗ノ結果ト比較シテ拋物  
 線公式ノ實驗ト約一致スト稱スルモ如此程度ノ一致ハあえらト公式ニモ望ミ得キモノニシテ  
 あえらト公式ハ波狀曲線ナルノ代リニじょんをん氏公式ハ拋物線ナルノ差アルノミ其相去ル遠  
 カラサルハ之ヲ想定スルニ難カラサルナリ讀者若シめらん(Melan)氏著橋梁構物論(Brücken Bau)第  
 五十二頁ヲ見ハ其理ヲ覺ル可キナリ  
 以上述フルカ如キヲ以テ記者ハごるどん氏公式カ又ハ前掲(A)式ヲ以テ最モ推奨ス可キモノト信  
 スルモノニシテ其他ノ公式ノ如キハ理論上ヨリ見テ記者ハ之ヲ示方書ニ加フルヲ欲セサルナリ  
 彼ノ計算ノ簡便云々如キハヨリ理論的ナル公式ヲ無視スルニ足ル可キ價值アル考點ナリト信  
 スル能ハサルナリ  
 じょんをん氏拋物線公式ニ關シテモ記者ハ平均強ヲ取ルノ正當ナルヲ信シ著者ノ唱フルカ如キ  
 最少強ニ公差率ヲ乘シテ材料強トナスノ說ニ服スル能ハサルナリ若シ著者ノ唱フル如クセハ此  
 種ノ公式ハ根底ヨリ改正セサルヘカラス何トナレハ此種ノ公式ハ實驗ノ結果ノ中庸ヲ取レル曲  
 線カ若シクハ直線ヲ基トシテ導出セルモノニシテ決シテ實驗上ヨリ得タル最少強ヲ連結シテ得  
 タル曲線ヲ基トセサレハナリ著者ニシテ若シ最少強ニ公差率ヲ乘シテ得タルモノヲ材料強トナ  
 ス可シト唱道セハ此種ノ公式ニモ亦此論法ヲ適用セサルヘカラサルナリ果シテ然ラハ今日迄提  
 供セラレタル公式ハ存立スルヲ得ルカ恐ラシハ著者ト雖モ存立スト稱スル能ハサル可シ然ラハ  
 則ハチ著者ノ觸拋物線ヲ基トセル公式ヲ推奨スルハ實ニ謂ハレナキノ議論トナリ此點ニ於テモ  
 亦自家撞着ノ譏リアルヲ免レサルニ似タリ  
 著者ハ又抗壓材ノ精斷面積(Net Area)ヲ以テ其材料ノ強度トナス可シトナシ從來ノ慣習ノ如ク粗

斷面積 (Cross area) ヲ以テ其材料ノ強度トナスカ如キハ不當ナリトセリ即ハチ綴釘ニヨリテ失ナハレタル面積ヲモ抗壓面ニ算入スルハ不當ナリトセリ此點ニ關シテハ記者ハ全然著者ト同一意見ニシテ記者ハ双手ヲ擧ケテ著者ニ贊同シ併セテ現今示方書ノ改正ヲ望ンテ止マサルモノナリトス記者ノ想定スル所ニヨレハ北海道ノ如キ極寒地ニ架設セル橋梁ハ冬期ニ於テハ部材ト綴釘トノ間ニハ必ラス空隙ノ存在スルアリテ綴釘ハ全ク遊離ノ狀態ニ存シテ何等ノ壓力ヲ分前セサル可キヤ必セリ何トナレハ記者ハ實驗上ヨリ之ヲ證明スルノ材料ヲ有セサルモ理論上ヨリ正ニ然ラサルヘカラサルコト著者ノ立論セルカ如キヲ以テナリめらん博士ハ其著橋梁學ニ於テ次ノ如ク論セリ

てとまゝやゝ氏ハ綴釘ハ抗壓材上ニ何等ノ弱點ヲ與フルモノニアラサルヲ以テ鋸孔ヨリ生スル材料面積ノ損失ハ之ヲ考察スルニ足ラスト論セルモ高度ノ壓力ヲ受クル部材ニテハ其不完全ナル仕様ノ影響甚大ナルヲ以テ少ナクモ鋸孔ノ與フル弱疲ヲ考入スルヲ推獎スルナリ故ニ惰力率及可許應力ノ計算ニハ單ニ粗斷面ヲ取ル可キモ可許荷重ノ計算ニハ精斷面ヲ以テセサルヘカラスうるてんばるぐ (Wittenberg) 國ノ仕様書ニヨレハ全損失ヲ見込ム可ク仕様シえんげざゝ氏ノ仕様ニヨレハ少クモ其損失ノ半ヲ見込マサルヘカラストセリ云々

之レヲ以テ之レヲ見レハ鋸孔ノ與フル疲弱ハ歐洲ノ諸家共ニ之レカ考察ヲ唱道セル所ニシテ或ル國ノ如キハ已ニ此點ニ關シテ之レカ損失ヲ見込ム可キノ仕方セルモノアルヲ知ルナリ

著者ハ又反覆スル應力ニ關シテ次ノ如ク述ヘタリ

材料ノ極強ニ關スル研究ハ稍精密ナレトモ其彈性限ニ如何ナル影響ヲ及ホスカハ明確ナラス今日ニ於テハ橋桁上ノ荷重ノ反覆數ハ極強及彈性限ニ殆ント影響ヲ及ホサザルモノト斷定セラレ居ル故之レハ無視シテ差支ナカラシム云々

記者不幸ニシテ充分之ヲ解スル能ハサルナリ記者ノ解スル所ニヨレハ此點ニ於テモ自家撞着ノ點ナキニアラサルカヲ疑フ材料ノ彈性限ニ如何ナル影響ヲ及ホスカハ不明ナリトセハ荷重ノ反覆數ハ其極強及彈性限ニ影響ヲ及ホスヤ否ヤモ亦不明ナルヘキノ理ニアラスヤ先キニハ影響不明ナリト云ヒ後ニハ直ニ影響ナシト云フ記者ノ著者ノ意何レニアルヤヲ知ルニ苦シムノ點ハ則ハチ茲ニアリ

且ツ記者ノ教ヲ乞ハントスルノ點ハ現今彈性限ニ影響ナシト斷定セラレ居ルト唱フルニアリ記者ノ寡聞ナル未タ充分信賴スルニ足ルノ載籍又ハ研究ヲ見サルヲ以テ此點ニ關シテハ記者ハ攻學上著者ノ教示又ハ研究報告書又ハ此點ニ關スル書籍ノ何レナルヤヲ示サレシコトヲ希望シテ止マサルナリ

普國ノ示方書ニヨレハ別ニ反覆應力材ニ計算的增加ヲ見込マサルナリ米國鐵道協會ノ推獎セル示方書モ亦然ルカ如シ其他ノ示方書ニモ亦此點ヲ無視セルモノ少ナカラス然レトモ獨逸ノ示方書ニ之ヲ無視セルハ之ヲ無視セルニアラスシテ安全率ヲ以テ之ヲ補ヒタルカ爲メニシテ其他ノ示方書モ亦然ラサルハナキナリ見込ム(Leistens)博士ハ其著鐵道橋梁學(Eisenbrückenbau)第二卷ニ於テ獨逸ノ示方書即ハチ杭壓材ニ對スル可許應力ハ少クモおえら一式値ニ五ノ安全率ヲ見込ミタルモノト述ヘタルニ徵スルモ之ヲ知ル可キナリ

應力ノ交番セサル鐵材ハ其應力ノ彈性限内ニアル間ハ荷重ノ變動數幾百億ニ及フモ決シテ破壊スルモノニアラス

此說ハ從來ノウエーラー(Wöhler)氏ノ研究及其之レヲ祖述セル大家ルンハ一と(Launhardt)シキ  
 ーシューター(Schäfer) ウエーラー(Weyrnuch) ウィンクル(Winkler)等ノ研究又ハ其公式ニ一六鐵植

ヲ加ハタルモノニシテ近クハばあしえんがー (Pauslinger) 氏ノ裏書セル結論、荷重ノ反覆スルトキ  
 其材ノ彈性限ハ三分ノ二ニ減少スルモノナリトノ提言ニモ一重大攻撃ヲ加ヘタルモノトス然レ  
 トモ此種ノ斷案ハ果シテ全世界ノ承認ヲ得ルヤ否ヤ吾人ハ少クモ現今ニ於テハ其然ルヲ信スル  
 能ハサルナリ

ぢきせん國有鐵道ノ示方書 (Vorschriften der königl. sächsischen Staatseisenbahnen, 1895-1905) ニハ反覆數ヲ  
 考入シテ斷面積ヲ定ム可キヲ規定シ居リば一るん國有鐵道示方書 (Die königl. bayrischen Staatbahnen,  
 1908) ニモ此點ヲ無視セスシテ瑞西鐵道 (Schweizerische Eisenbahnen) ニテモ亦之ヲ無視セサルナリ米國  
 ノ示方書ニテモ此點ヲ無視セサル者亦甚タ多シ故ヲ以テ記者ハ此點ニ關シテハ今尙充分研究ノ  
 價値アルモノト信シ全然之ヲ無視スル著者ノ提案ニ對シテハ之レニ贊同スルノ尙早タルヲ思フ  
 ナリ

#### 橋桁ノ撓度

橋桁ノ撓度ヲハ徑間ノ約千分ノ一程度ニ制限シ左迄深カラサル桁ニ對シテハ特ニ下記ノ式ヲ用  
 ヒテ實際ノ應力限度ヲ降下セシムルノ要アリトハ著者ノ唱道スル所ニシテ記者モ亦大ニ同感ナ  
 リトス從來ノ示方書中撓度ニ關シ何等制限ヲ設ケサリシモノアルハ決シテ用意ノ周到ナルモ  
 稱スル能ハサルナリ  
 然リト雖モ記者ノ教ヲ乞ハントスル所ハ著者ノ千分ノ一案ヲ提出セルノ點ニアリ撓度ノ制限ハ  
 桁ニ剛性ヲ與フル大ナルヲ以テ第二應力ノ發生ヲ防クニ効アルハ明カナルモ之レニ準シテ桁ノ  
 重量ニ影響ヲ及ホスコトナル即ハチ千分ノ一撓度ヨリ二千分ノ一撓度ノ橋桁ハ多少鐵量ヲ増  
 加ス可キ結果トナルナリ故ニ安全ヲ基トセハ則ハチ止ムモ經濟上ヨリ之ヲ論セハ決シテ利アリ  
 ト稱スル能ハサルナリ著者ノ特ニ千分ノ一案ヲ唱フルハ特ニ然ル可キノ理由アリヤ記者ノ教ヲ

乞ハント欲スル所ナリ

次ニ記者ノ教ヲ乞ハントスルハ點ハ著者ハ撓度ヲ計算スルノ公式ヲ

$$\delta = \frac{1}{2} \int_0^L \left\{ \frac{Wab(b+2a)}{6(a+b)} (L-z)^2 - \frac{Wa}{6(a+b)} (L-z)^3 \right\}$$

形トセルノ點ニアリ元來撓度ノ公式ハ何レノ力學書ニモ示セルカ如ク

$$z < M + \frac{1}{2}L \quad \delta = \frac{W(1-b)^2}{6EI} (2M^2 - L^2b^2 - z^2)$$

$$z > M + \frac{1}{2}L \quad \delta = \frac{WL(1-z)^2}{6EI} (2Lz - L^2 - z^2)$$

著者ノ記述法ニアルハ値ハ互ニ相當シテハ互ニ相當ス

ニシテ記者ノ茲ニ提出セルニ公式などばあ (Du Bois) 氏工業力學 (Mechanics of Engineering) 第一卷第  
五百四十二頁ヨリ轉載セルモノニシテ其ノ表ヲ豫メ製シ置クトキハ極メテ簡單ニ算出スルコト  
ヲ得ルナリ之ヲ著者ノ示セル形狀ニ比スレハ算出ノ手數殆ント論スルニ足ラサルヲ覺フ然ルニ  
計算ノ簡單ヲ主張スル著者ニシテ此點ニ對シテ餘リ簡單ナラサル形狀ヲ探ルヲ惟獎スルハ記者  
ノ解スル能ハサル所ナリ又ハ其ノ場合トハ√Mノ場合トハ區別セサルカ如キモ決シテ用意周到ナ  
リト稱スル能ハサルナリ

### 抗壓材ノ綾綴

此問題ニ關シテハ著者ハ大河戸工學士ノ導出セル公式ヲ最モ合理的トナス可シトセリ然リト雖  
モ記者ノ怪訝ニ耐ヘサルハ記者ハ大河戸工學士ノ創意ハ何レニアルカヲ知ルニ苦シムモノニシ  
テ同時ニ著者ハ其導出法ハあえら一公式ヲ基礎トセルモノヲ合理的ナリト稱スルノ點ニアリ

$$y = f \sin \left( \sqrt{\frac{P}{EI}} x \right)$$

ナル式ハじょんそん氏著「現今構造物論」第四百十七頁ニ示セルカ如ク抗壓材ノ彎曲ヨリ起ル彈性曲線ニ對スル公式ナリ此公式タル著者モ明言セルカ如ク素ト外力ヲ考外シテ導出セルモノニシテ從テ著者ノ所謂軸應力トノ合成作用ヲ考ニ入レサル故ニ固ヨリ實際ニ用フルニ不適當ナリナルモノナラサルヘカラス即ハチおえらゝ式ニシテ不適當ナリトセハ此公式ヲ基トシテ進行シ導出セル公式モ亦實用上不適當ナル理ナラサルヘカラス然ルヲ前式ヲ不適當ナリト稱シナカラ後式ヲ合理的トスルハ恐ラクハ此點ニ於テモ亦自家撞着ノ譏ヲ免レサルニアラサルカ抗壓材ノ綾綴ハ剪力ヲ受クルモノナルコトハ多クノ著書ニ記述シアリ從テM値ヲ微分シテ剪力ヲ見出スコトモ左迄創見ト稱スル能ハサルナリ創見ニアラストセハ特ニ大河戸工學士ノ誘導セル公式ト公稱スルノ轉々僭稱ノ嫌ナキニアラサルカ

(因ニ云フ第七十頁ノ式中  $S = \frac{dM}{dx} = \frac{\pi}{l} P f \cos \left( \frac{\pi}{2} x \right)$   $\vee$   $S = \frac{dM}{dx} = \frac{\pi}{l} P f \cos \left( \frac{\pi}{2} x \right)$  ) ノ誤植ト認ムルニヨリ讀者ノ注意迄一言シ置ク)

構ノ反リ

記者ハ此點ニ關シ別ニ具體的ノ研究ナシ然リト雖モ平素ノ所懷ヲ述ヘテ以テ著者並ニ世上ノ高教ヲ仰カントス

構ノ反リハ何レノ著述モ之レカ算出法ヲ記述セサルナキカ如シ然レトモ元來橋反ハ果シテ之ヲ附セサルヘカラサルカ橋反ヲ付スルハ著者ノ明記セルカ如ク大ナル第二應力ヲ生スル處アリテ之ヲ無視シテ計算セル各部材ノ應力ニモ或ハ大ニ或ハ小ニ影響スルノ結果トナル桁ニ橋反ヲ付セサレハ橋體ハ撓ムモノナリトノ說ハ之レ橋材ニ永久的變形ヲ來スモノナリト稱スルニ異



此點ニ關シテ著者ハわつてゐる博士ノ公式ヲ推奨シ

式ヲ用フルトキハ長徑間ニ對シ合理的ニシテ且經濟的ナル設計ヲナシ得ヘシト説明セリ記者ハ  
わつてゐる博士ノ公式ハ嚴正ナル導出法ニヨリテ得タルモノナリヤ又實驗上ヨリ得タルモノナリ  
ヤヲ明ニセス從テ此式ハ果シテ合理的ナリヤ否ヤヲ知ラス著者ニシテ若シ著者ノ主張ヲ證明ス  
可キ理論アラハ記者ハ之レカ教示ヲ乞ハント欲スルナリ

此點ニ關シテ著者ハわつてゐる博士ノ公式ヲ推奨シ

$$\gamma = \frac{4,000}{140 + L}$$

式ヲ用フルトキハ長徑間ニ對シ合理的ニシテ且經濟的ナル設計ヲナシ得ヘシト説明セリ記者ハ  
わつてゐる博士ノ公式ハ嚴正ナル導出法ニヨリテ得タルモノナリヤ又實驗上ヨリ得タルモノナリ  
ヤヲ明ニセス從テ此式ハ果シテ合理的ナリヤ否ヤヲ知ラス著者ニシテ若シ著者ノ主張ヲ證明ス  
可キ理論アラハ記者ハ之レカ教示ヲ乞ハント欲スルナリ

わつてゐる博士ノ $P$ 値ハ $2$ ヲ最大トシ $1$ ヲ最小トセルヲ以テ從來凡テノ場合ニ之ヲ $2$ トセルノ法ニ比スレハ $L$ ノ長クナルニ從ヒ經濟的ナル可キハ明カナルモ理論ニシテ充分ナラサル公式ナリトセハ經濟却テ不經濟ニ陥ルノ結果ナキヲ保スル能ハサルナリ著者ノ合理的ト斷セルノ論據ハ何レニアルヤ敢テ教示ヲ乞フ所ナリ

元來牽引力荷重ハ軌條ト車輪トノ間ニ起ル粘着力ヨリ來ルモノニシテ此粘着力ハ時季ニヨリ寒冷ノ度ニヨリ著シク差違アルモノナレハ之ヲ $2$ ト假定スルモ決シテ大ナリト稱スル能ハサル場合甚タ多シ寒氣ノ強キ地方ニテハ少クモ $2$ 以上若シクハ $3$ 以上ト假定スルヲ適當ナリト信スルルヲ著者ハ $2$ ヲ以テ最大ナリトセルわつてゐる博士ノ説ヲ推獎セルカ如キハ是レ全然時季ト地方的事情トヲ考入セサル議論ニシテ決シテ通論ト稱スル能ハサルヲ覺フナリ

#### 枕木上ニ於ケル荷重ノ配布

此點ニ關シ著者ハ三本ノ枕木ニ等布セラシメ、米國ノ慣習ヲ述ヘ又ク $\delta$ んまるまん(Kimmermann)ノ公式ヲ最モ合理的ナリト斷シ本邦産ノ枕木ハ弱力ナリト斷スルカ如キハ記者ノ研究セルモノトハ全然反對ノ意見ナレハ此點ニ關シテハ記者ハ他日章ヲ草メテ記者ノ研究ヲ發表ス可キヲ以テ茲ニ之ヲ詳論スルヲ避ク可キモ一言記者ノ研究セル結果ヲ述フルトキハ左ノ如クナルナリ

車輪ノ荷重ハ決シテ三本ノ枕木ニ等布スルモノニアラス

$\delta$ んまるまん氏ノ所論ハ其論據ノ出發點ニ誤謬アリ從テ全然信賴スルニ足ラサルコト

本邦産ノ枕木ハ決シテ弱力ニアラス現今使用セルモノ特ニ北海道ニテ使用セル枕木ハ其枕木ニ加ハル力率又ハ剪力ニ對シ略十七ノ安全率アルコト

以上ハ記者ノ研究セル一端ニシテ其之ヲ詳論スルトキハ此問題ノミニテモ多大ノ頁數ヲ要シ且ツ多少本問題外ナルヤノ感アルヲ以テ記者ハ茲ニ之ヲ避ケ他日之ヲ世界ニ發表シ悉滿天下ノ批

許ノ待タンコトヲ期ス

綴釘連結ノ部材

本問題ニ關シ記者ノ教ヲ乞ハントスルノ點ハ著者ノ第六十八頁ニ述ヘタル公式ノ由來及出所ニ  
アリ著者ノ述ヘタル公式

$$n = 1 + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$$

$$\alpha = \frac{y}{d} - \frac{2(q^2 + p^2) - d\sqrt{q^2 + p^2}}{d(q + \sqrt{q^2 + 4p^2})}$$

ハ果シテ合理的ナリヤ記者ノ寡聞ナル之ヲ知ル能ハサルヲ以テ攻學上之レカ出所ヲ示サレシコ  
トヲ希望ニ堪ヘスガノ意義ハ此等ノ意義モ明瞭ナラサルニヨリ序ニ之レカ教示ヲ望ム

綴釘ノ計算

綴釘ノ計算ニ米國法ノ如ク彎曲率ハ突縁ノミニテ取り腹綴ハ重ニ剪力ヲ取ルモノト假定スルハ  
決シテ理論上正當ナリト稱スル能ハサルヲ以テ記者ハ獨逸法ノ如ク普通ノ桁トシテ取扱フヲ正  
當ナリト信スルモノナリ獨逸ニテハ惰力率ニテ計算スルカ故ニ腹綴ノ綴釘孔ヨリ生スル弱疲ヲ  
モ計算シ一層精確ナルモノトナル其計算法ノ米國式ニ比シ多少複雑ナルノ不利アルモ理論上ノ  
精確ナル以上ハ計算ノ複雑ナルカ如キハ決シテ問題トナラサルナリ

著者ハ綴釘用蓋綴ノ用不用ニ關シ利害得失ヲ述ヘ最初ノ蓋綴ヲ全長ニ亘ラシムルノ無用ナルヲ  
指摘セリ記者ハ最初ノ蓋綴ハ之ヲ全長ニ亘ラシムルヲ利ナリトスルノ論者ニシテ之レニヨリテ  
何等ノ損失アルニアラスシテ著者ノ述ヘタルニ大利益ハ之レニヨリテ完然ニ得ラルカ故ニ構  
桁ノ縱桁ニ對シテモ亦成ル可クハ蓋綴ヲ用フ可キヲ欲スルナリ

綴釘

綴釘ノ計算ニ關シ著者ノ述ヘタルニ大利益ハ之レニヨリテ完然ニ得ラルカ故ニ構

鐵釘ノ徑ヲ  $\frac{3}{4}$  又ハ  $\frac{7}{8}$  ニ限定スル米國式ハ單ニ製作上ノ便利ヲ計リテ其他ヲ考入セサルモノナレハ記者モ亦著者ノ意見通り構ノ材料中鐵釘ニテ連結スヘキ部分ニ厚薄ノ差甚シキモノアル場合ニ限り二種又ハ三種ノ鐵徑ヲ用フルヲ可ナリト信スルノミナラス三種又ハ四種ノ鐵徑ヲモ示方スルヲ宜シト考フルナリ

又ぼるとヲ鉄ノ代リニ用フルハ絶對ニ不可ナルニアラサルモ元來ぼるとハ寛弛スルノ傾向アルヲ以テ巡視ノ際ハ最モ認メ易ク又容易ニ緊直シ得ル箇所ニノミ之ヲ用フル様制限セサレハぼるとノ弛ミニヨリテ不時ノ災禍ナキヲ期シ難キニヨリ其所ヲ察シテ之ヲ用フルノ設計ニ出ツルヲ可ナリト信スルナリ(完)