

The Journal,
of the
(十一) College of Engineering
Tokyo Imperial University,
Japan.
Vol. IV. No. 4. 一部 同 東京帝國大學

○演 說

歐米ニ於ケル橋梁技術ノ進歩 (昨四十一年十月廿八日本會通常會ニ於テ演說)

工 學 士 關 場 茂 樹 君

今回工學會カラ何か話シヲト云フ御依頼ヲ受ケマシタガ歸朝後余リ時日モタチマセンコトデ
充分演說ノ材料ヲ取リソロヘルコトモ出來マセズ殊ニ淺學ノ私ガ演題ノ如キコトヲ委シク御話
シスルコトガ出來マセンガ今晚ハ極ク一般ニ歐米橋梁技術ノ進歩ト云フ事ヲ簡略ニ述ベ様ト
思ヒマス勿論短時間デハ演題ノ十分ノ一ヲモ御話シスルコトガ出來マセンガ暫クノ間御清聽
ヲ願ヒマス尤モ此頃ハ橋梁ニ關スル書籍ガ至ル處デ出版サレ新奇ナ事實ナゾモ書イテアル
様デアリマスガ只今コレカラ御話シスルコトモ別シテ目新シモノ耳新シモノデハナイカラ諸
君ハ既ニ種々ノ本ノ中デ御承知ノ事ガ澤山アリマス事ト思ヒマスガ此等ノ點ハ宜シク御教
シヲ願ヒタイノデス

倍テ橋梁技術ハ土木工學ノ中デ可ナリ六ケ布イ技術ノ一ツデゴザイマシテびゅうあ、さいえん
すヲ應用シタ技術デ其物ト最モ親密ナル關係ヲ有シテ居リマス故ニ橋梁技術ニ從事スル人

ハ其せをりいニ明ルキコトハ勿論ソレト同時ニ質地ノ經驗即チ製作方法架設方法等ニハ充分ノ經驗ヲ有シテ居ルコトガ必要デアリマス、ツマンデ云ヘバあゝとニ堪能ナルト共ニ其技術ノせをりいニ堪能ナルコトガ必要デアリマス併シ余リニせをりいニ拘泥シタ人之レヲえさせれんど、せをりすと申シマスガ此ノ如キ人ハ反テ充分立派ナ橋ヲ作ルコトガ出来マセン丁度醫者ガ余リ顯微鏡許リノゾイテ居マスト病人ノ手ヲ取ツテモ脈ガ取レナクナリ甚シキハ誤診スル様ナコトト全ク同様デアリマシテ其人ノ設計シマシタ橋ハ余リニ理論的ノモノトナリ實用的デナイト云フ事デアリマス、ツマリ橋梁技術ニ従事スル人ハぐゞせをりすとデアレバ充分デアリマス

橋梁ハ既ニ太古時代カラアリマシタガ十九世紀ノ初メニ始メテ鐵橋ガ鐵道橋ニ應用サル、様ニナリマシタガ其當時ニハ技術其物ガ發達シテ居リマセズ又其道ニ通ジタ人が居リマセンデ隨分當局者ノ中デ困却シタ物語ナゾモ澤山ゴザイマスガ追々ニ工業學校モ出來橋梁技術者ヲ養成シ一九五〇年以後ハ材料強弱並ニ橋梁ニ關シテ研究セル學者ガ續出シ年々ト鐵冶金ノ發達ニ伴フテ六〇年以後ニ於テハ實ニ長足ノ進歩ヲ致シマシタ

獨逸佛蘭西ノ橋梁製作術ハ今ヨリ二十五六年前ニ建築技術ノ一ツトシテ考ヘラレマシテ一方ニハ橋梁技術ノ理論ヲ研究セル學者輩出シテ益々此等ノ學理ヲ可ナリ完全ナル區域ニ進メタト同時ニ技術者ハ橋梁建築ニ頭腦ヲ費シテ居リマシタ其當時ノ遺物ハ歐羅巴殊ニ獨逸ニ御出ニナリマシタ方々ノ亞米利加ノ橋梁ト比シテ大差ガアルコトヲ御認メニナツタダロト思ヒマス英國ノらすきん氏ガ橋梁技術ヲ建築ノ一科ト見做シタナゾハ蓋シ無理デナイ

コトト思ヒマス詰リ歐洲ノ橋梁ハ理論的デ實用的ソレニ加フルニ美術的デアリマスガ亞米利加ノハ單ニ實用的ノミ作ラレテ居ル様デス日本ノ橋梁ハドノカト云フト保守的ノ英國風即チ技術上ノ改良ニハ餘リ頓着シナイ古シノ構造風ト亞米利加ノ實用的ノモノヲ用キラレテ居ル様ニ見受ラレマス全ク今日迄架設サレテアル橋梁ノ中デ實ハ威服シタモノハナイノデアリマシテ帝都ト稱スル東京ニハ見ラル、橋ハ數ヘル位デ是レガ東京ノ何々橋デアルト云フコトヲ大キナ聲シテ云ハレヌ位ノ者ガ多イ様ニ見受ラレマス土木工學其技術ニ於テ決シテ諸外國ト劣リヲ取ラナイ日本技術學術ニ堪能ナル方々ガ澤山ニ御出ニナルノデアリマスカラ技術ト云フ者ニ對シテモ少シク構造物ヲシキ者ヲ作ヅテ後ノ世ノ笑ヒ種ニナラザル様ニ御注意アリタイコトヲ望ミマス

一、橋梁ノ形狀 サテソノ致シマスト先ヅ第一ニ橋梁ノ形狀ハ如何ナルモノヲ選ランダラヨカローカト申シマズレバソレニハ架設場所地勢等數多ノ事ガラニ依テ變化ハアリマスガ近來ハ地勢ヤ場所ニ應ジテ殆ソド一定シタ形狀ヲ取ル様ニナリマシタ橋梁ノ仕方書ニモ何尺カラ何尺迄ノ徑間ニハ版桁ヲ用ユルトカどら。すヲ用ユルトカ略一定シテ居リマシテ鐵道橋公道橋ニ於テハ徑間八十呎迄ハ版桁ヲ用キ以上二百呎迄ハぶら。ど式わあれん式ヲ用キ二百呎ヨリ三百五十呎迄ハべち。ど式ヲ用キ以上ハかんで。れば。カさすべんしよん橋トナシかんで。れば。橋ノ形狀並ニどら。しんぐノ方法モぶら。どカべち。ど式デアリマスソシテ徑間ガ百七十五呎迄ハばられるこ。ど。どら。すデスガ以上ニナルトか。ぶ。どこ。ど。用キ同ジク百七十八呎迄ハリべ。ど。どら。すデアルガ以上ノ徑間ニハびんこ

んねくしよんヲ用キテ居リマス此ノびんこんねくしよん式ハ米國特有ノ構造法デリベッテ
 ッゴノ者ニ比シテ製作費重量等ヲ減シえれくしよんガ容易クアリマスカラ現今デハ大抵ノ
 橋ハびんこんねくしよんノ橋デアリマス併シ此ノ如キ橋ハ構造物トシテ云ハバガタクリ構
 造デアルカラ公道橋トシテ用キテモ鐵道橋トシテ余リ御勸メスルコトガ出來マセン獨逸ノ
 もりそん氏ノ說ニヨレバ大ナル徑間ノ橋梁ニ在テハびんこんねくしよんハ其ばねるばいん
 どニ於テ不動點タル資格ヲ有シテ居リマスガ小ナル者ニ在テハ動荷重ノ爲メニ動點タルベ
 キ疑ヒガアルト申シマシタ通り大ナル徑間ノ橋梁ニハびんこんねくしよんハ余リ害ガナイ
 様ニ思ヒマス歐羅巴ニテハ殆ントびんこんねくしよんノ橋ハ見當リマセン凡テガリベッテ
 どとらすデ御座イマシテ如何ニ徑間ノ大ナル者モ皆リベッテッゴ式デアリマス是レハ全ク
 ぢッゴナル理論的ノ橋ヲ作ルベク凡テノ技術者ノ頭ガ出來テ居タコトニ歸因スルノダロー
 ト思ヒマス

一八五一年ニしゆうゑされる氏がとらすノ腹材ニ抗壓應力ノ起ラサル様ニ上臥材ノ傾斜ヲ
 定メテ橋梁ヲ設計シマシタ是レ所謂しゆうゑされる、とらすト稱スルモノデ上臥材ハ理論上
 ニツノはいばらカラ出來テ居リマスガ外觀上其中央部ヲ直線デ接續シ上臥材下臥材ノ平
 行シタ部分ニかうんたーヲ入レマシタモノデアリマス此ノ種ノ橋梁ハ可ナリ歐洲ニテ用キ
 ラレテ居リマスレド獨リ米國ニ於テハ俗稱かめるばっくぶりっぢト稱シテ腹材ノ應力ガ抗
 壓ナルト抗張ナルトニ關セズ上臥材ヲ外觀ガ宜シイ様ニぼりひなるしゅーぶトシタ者ヲ用
 キテ居リマス、近來歐米共ニえこのみかるれくわいあめんどヲ満足セシムルノミナラズ人目

ヲ喜バス様ナたいぶヲ取ル様ニ至リ其多クハ圓形ノモノヲ使用シテ居リマス
 都會ノ橋梁ハ米國ノ如キ實用的ノ國デモ幾分カ美觀ト云フコトニ注意シテ居リマシテ左程
 見トモナイモノハアリマセン先ツ市街橋トシテノたいぶハあーちぶりっぢガ一番ヨイ様ニ
 思ハレマス獨逸ノ有名ナル學者ガ市街ニどらっすヲ用ユルト田舎化スルト言ヒマシタガ中
 々ウガツタ言ヒ様ダト思ヒマス東京ノ橋モあーちヲ架ケラレナイニシテモたいぶニツイテ
 モー少シ考ヘテモライタカツタノデアリマス

あーちハ一八四〇年以來あるだんどおれつせういんくれる、ふれんける、るんげっせる、もーる、
 みゅれるおれするー諸氏ニ依テあーちノ理論ハ研究シ盡サレ技術ノ發達ニツレテ其用途モ
 廣クナリマシタ即チすりーひんぢあーちノ幼稚ノ者カラつーひんぢあーちニナリ遂ニ現今
 デハのーひんぢあーちヲ盛ンニ用ユルコトニナリマシタ、ツマリひんぢノ數ガ減少スルニ從
 ナすおれっすヲ計算スル方法ハ益々繁ヲ加フ事トナリマスガ其利益トスル點ハ

一、りぢっぢナルコト

一、經濟的構造物ナルコト

一、ふをーすうをーくヲ用キズ架設スルコトヲ得ルコト

一、美觀ナルコト

等デアリマス

二、荷重 歐洲ニ於テ鐵道橋ノ應力ヲ計算スル機關車ノ重量ハ一定シタモノヲ使ツテ居リ
 マスガ米國ニ於テハ一年一年ト機關車ノ重量ガ増加スル傾向ガアリマシテ極ク近年迄くー

ば一ノい一五十ヲすたんだいど、ほい一るろいどトシテ用キテ居リマシタガ此頃新シク設計スル橋ハくいば一ノい一五十五乃至六十ヲ使用シテ居リマスい一五十ト云フ機關車ハ其重量炭水車共ニ百七十七噸半、い一五十五ハ百九十二噸四分ノ一、い一六十ガ二百十三噸ト云フ重イ者デ日本政府ノすたんだいどハ八十八噸ダト思ヒマシタ

前ニ述ベマシタくいば一ノい一六十ト云フ機關車ハ山間鐵道ニ用ユル者デ石炭ヤ石材ナドガ出マス處ハ多クハ土地ノ起伏ガ烈シイ處デアリマスカラ從テ機關車モ重量ノ大ナル者ヲ用ユル必要ガアリマスシ又荷物ノ運輸頻繁ナル區域デハ荷車ノ多クヲ連結スル必要ガアリマスカラ牽引スベキ機關車モ重量大ナル者ヲ使用セネバナラヌ様ナ具合デ此ノ六十ヲ用ユルトナツテ各鐵道會社ノ橋梁仕方書モ其荷重ヲすたんだいどト凡テ改メマシタ位デアリマス、ソレデ近年新シク橋梁ヲ設計シマスニハ皆此ノすたんだいどニヨツテ設計シテ居リマス

三、いんぱくと 一八五一年ニ獨逸ノげるべる氏が高速列車ノ橋梁上ニ於ケル關係ヲ言ヒ出シテカラ後ニふれんける氏が實驗的ニ研究サレマシテ以來ハちんめるまん氏ニヨリ可ナリ精確ニ理論上カラ其影響ヲ論ゼラレマシタ元來此ノいんぱくとナル者ハ種々ノ原因カラ起リマス者デ軌道ノ構造ごらいびんぐ、ほい一るノ不完全ナルばらんしんぐ、うゑいと、機關車ノ機關部ノれしぶろけいちんぐ、もトしよん及ヒ其振動列車ノ速度橋梁自身ノ彎曲ヨリ起ル振動等ガ其主ナル原因デ到底精密ニ數理ヲ以テ説明シ立證スルコトガ出來マセンモノデアリマシテ實驗的ニ其結果ヲ算出シテ初メテ其多寡ヲ知り得ルニ止ルコトデアリマス先ヅ今日迄ノ

實驗ニヨリマスト百呎以上ノ徑間ノ橋梁ニアツテハ動荷重ヨリ起ルだいなみかるえふまく
 とハ凡テ蓄積シタ振動カラ起ルノデアリマシテはねるノ二倍ノ長サヲ有スル荷重ヨリ成リ
 立ツ動重ハ橋梁ノ振動ト調和シテ其價ヲ増大セシメ機關車ノぞらいびんぐ、ほゝゝるノ圓周
 ガ殆ンドばねるノ長サニ等シキ時ハ車輪ノ廻轉周期ガ橋梁ノ振動ト一致シ不完全ナルばら
 んしんぐうゑゝどノ速カナル廻轉ニ依テ生ズル遠心力ノ爲メニはんまりんぐ、あくゝよんヲ
 起シ益々動荷重ノ應力ヲ増加セシメマス
 高速列車ニヨリ起ル應力ト靜止スル列車ニヨリ起ル應力トノ比較ハ米國ノたゝなゝ氏ノ實
 驗ニヨレバ

列車一時間ノ速度

靜止セル荷重ニ對スル増加率

四〇哩	一一一三%
五〇哩	一九一二%
六〇哩	二七一三%
七〇哩	三七一四%
八〇哩	四八一五%
九〇哩	六一一六七%
一〇〇哩	七五一一八三%
同ジクじえゝしゝぶらんど氏ノ實驗ニヨレバ	
二五哩	二一%—こんそりでゝしよん

三七哩

四六% 機關車

三〇哩

一六% 十輪荷物機關車

四六哩

三七%

三六哩

一五% 八輪機關車

五四哩

三五% 客車

併シナガラ一般ニ速度ガ増加スルニ從テ此等ノ結果ハ減少スルモノデアリマシテ一八四八年ニ英國ノがるどん氏ノ實驗ニヨリマスレバ

一秒時ノ速度

〇

一五

二九

三六

四三

五〇

彎曲時

〇・二九

〇・三八

〇・五〇

〇・六〇

〇・四六

〇・四四

ノ如キ割合デアリマスルガ又一方ニ橋ノ重量ガ増加致シマスト凡テだいなみかるえっふくとハ減ズルモノデ是レハ明カニ理論上カラ証明スルコトガ出來マス

米國ニテろびんそん氏並ニたーなー氏ガ米國鐵道協會ノ爲メニばるちもーあ、をばよ鐵道ノ多クノ橋梁ニ對シテ實驗シマシタ結果ヲ圖ニテ示セバ御覽ノ如クデアリマス

圖ノ上カラ判斷致シテモ太キ境界線ノ變化ハ明カニ短カキ徑間ノ者ニアツテハ不平均ノビらいびんぐほーるノはんまりんぐ、あくしよんガ其ノ原因トナリ長イ徑間ノ者ニアツテハ蓄積セル振動ガ其原因デアアルコトヲ表ハシマス

上ニ述ベマシタ高速度列車ノ衝働ニ對シテ亞米利加ニテ最モ多ク用キラレマス公式ハ亞米利加橋梁會社ノ主任技師シ、ないでる氏が作りマシタ者デ我々ガ三百公式 (Three hundred

Rule)ト申シマス者ハ

$$I = \frac{300}{L+300}$$

デアリマシテLハ橋ノ上ノ列車ガ求メントスル部材ニ最大應力ヲ生ズル時ノ橋上ノ列車ノ長サデアリマシテIハ我々ノ衝働係數(Coefficient of Impact)ト稱スルモノデゴザイマス

四、單位面積ニ於ケル應力 (Allowable unit stress.)

英人ハちきんそん及ビふゑあばーん氏ノ實驗以來獨逸デハ一八六〇年ニ給るべ氏ノ研究ニツイデ一八五九年ヨリ七〇年ニ渡ル十年間ノウゑれる氏ノ實驗ヨリばうしんげる氏トこまいやー氏ニ依テ殆ンド充分ニ研究サレわいらうふ氏はーと氏ニ依テ單位應力ヲ見出ス可キ理論的公式ガ作ラレマシタ、獨逸佛蘭西米國ノ一部ニ於ケル橋梁技術者ハ大抵上ニ述ベタ公式ヲ用キテ居リマス

單位面積ノ應力ニ關係シテせこんだりー、すどれっすト云フモノガういんくれる、あーもんど、まんでるら、えんげっせる諸氏ニ依テ公ニサレ一八七七年ニふれんけるガすどれーんヲ計ル器械ヲ發明シテカラリッてる、らんずべるぐ、みゅれるぶれすろー諸氏ニヨリ先ツ完全ナル處迄研究サレ今日デハ製作構造上ヨリ起ル避ケルコトノ出來ナイせこんだりー、すどれっすハ總應力ニ加ヘル様ニ致シマス、尤モ此等ノ應力ヲ計算致シマスニハ非常ニ手數ガ掛リマスカラ是レヲ計算セズニ單位應力ヲ減少致シ或ハ總應力ニ或ル百分率ヲ加ヘテ各部材ノ斷面積ヲ計算致スコトモゴ座イマス、勿論此ノせこんだりー、すどれっすハ設計ノ如何ニヨリテ大ニ減少

シ得ベキ者デアリマスルガちぢゞノ者ニ作り上ル以上ハ或ル部分ニ生ズル此等ノ應力ハ消却シ或ハ減少セシムルコトガ出来マセン、例ヘバごらすニ於テはすとノ上下ヲ上部對風結構ト下部ノ縱桁ト綴紙シタ場合ニ起ルぼすとノせこんだり、すとれ、すノ如キ者デアリマ
ス次ハ橋梁ニ使用スベキ

五、材料デアリマスガ鐵冶金術ノ發達ニツレテ橋梁技術ハ非常ナル變化ヲ起シ又其發達ヲ促シマシタ全ク此等技術ノ發達ハ近年ノ事デアリマシテ鑄鐵時代ヨリ鍛鐵時代トナリ遂ニ今日ノ鋼時代トナリマシタガ追々ニハ又につける鋼ノ時代ニ遷ルコトト思ヒマス、尤モ今日デハ鐵骨混凝土ガ殆ンドアラユル橋梁ニ使用サル様ニナリマシタカラ此處十數年以後ニ於テハ一寸面白イ變化ガアルダロト思ヒマス

ソレデ使用スル鋼ハ色々種類モ御座イマスガ米國デハ柔鋼、半柔鋼、綴紙鋼等デアリマシテ一般ニ殆ンド柔鋼ト半柔鋼ノ間ノすとらくち、らる鋼ヲ使用シテ居リマス獨逸ノふる、すとあいせんニ相當スルモノデアリマス、次ギハ

六、橋桁等ノ應力ヲ計算スル方法デアリマスガ現今各鐵道會社又ハ各橋梁製造所デ専ラ用キマス方法ハ御承知ノ等齊等布荷重 Equivalent uniform load カラ計算スルノデアリマシテ追々ニ車輪荷重ヲ以テ應力ヲ計算スル方法ハスタツテ參リマシタ様デアリマス
尤モ徑間ガ三百呎以上ノ橋梁デハ等齊等布荷重ヲ使用スベシト云フ技術者モ御座イマスガ猶ホ多クノ技術者ハ車輪重カラ應力ヲ計算シテ居リマス

車輪重ハ單ニ或ル約束ノ本ニ定メタケデ全クソレト同一ノ機關車ガ橋梁上ヲ通過スルモ

ノデハ御座イマセン言ヒ換ヘレバ現在使用シテ居リマスル機關車ノ中デ重量ノ最モ大ナルモノヲ標準トシ車軸間隔ヲ出來ル限リ計算上ノ不便ヲ避ケル爲メニ偶數ニ取り惡ク言ヘバイー加減ニ作ツタモノデアリマシテ此レヲ以テ計算シタ橋梁ノ應力ガ其機關車ニ類シタ者ガ通テモ橋材ニ生ズルヤ否ヤハ勿論疑問デアリマス時ニハ計算シタ者ヨリ小ナルモノ又ハ大ナルモノガ起ルカモ知レナイノデアリマス、兎ニ角車輪重ナルモノハ軌條カラ枕木、枕木カラ橫桁、橫桁カラ縱桁ニソレカラ始メテ構桁ニ働クモノデアリマスカラ理論上カラ考ヘマシテモ車輪重ヨリ計算シタ應力ハ其ノ標準機關車ニ對シテ精密ナル應力デアルカハ、疑ハシイノデ又車輪重カラ起ル最大彎曲率ト同値ヲ有セシメタル等布荷重ヨリ計算シタル應力モ亦精密ナルモノデアルカ否ヤハ甚ダ疑ハシイノデアリマス併シ車輪重カラ計算シタ應力ハ等齊等布重ヨリ計算シタモノト比ベテ二ば一せんじカラ四ば一せんじ位大ナルモノガ或ル部材ニ依テハ出マスモノデスカラ大キナ應力ヲ取ル方ガ安全デアル又計算スルニモチト面倒デアルカラ何トナク本者ラシク思ハレル所カラ遂ニ車輪重カラ計算シタ者ヲ本トノ應力ト見做ス様ニナツタノデアリマス、ツマリ設計者其者ガ安心シ得ルト云フ事ガ車輪重ヲ使用スル主ナル原因ト思ヒマス

一八一二年ニ獨逸ノかるまん氏ガ圖式力學ヲ初メテ以來現今デハみられるおれすろ一氏ニ依テ殆ンド余ス處ナク研究シ盡サレ目下應力計算ニ解析的ニヤル者ハナイ位デ皆ナ圖式的ニヤル様ニナリマシタ、此ノ方法ハ解析的計算法ニ比シ簡單ニシテ時間ヲ省キ檢算スルニモ容易デ殊ニ作リナガラニシテ檢算シ得ル便利ガアリマス、殊ニいんふり、一えんすらいん、え

らすちつくらいんでふをめしよんだいあぐらむニ依リ殆ンド解析的ニ計算シテ出來得ベカラザル者迄モ容易ニ例へばすたてゝかりいんでたゝみねとノ者迄モ容易ニ出來ル利益ガ御座イマス、此他利益ノ點ハ橋梁上ヲ列車ガ進行スル時ニ生ズル變形或ハ部材ガ荷重ノ種々ナル位置ニ對シテ最もあふふえばれいぶるナル位置ヲモ發見スル事ガ出來ルコト即チ列車其他ノ荷重ガ橋上ヲ通過スル時ニ際シ初メカラ終リ迄應力ニ變化ヲ一目圖面カラ知り得ルノデアリマス、此他まくすうえるくれもなだいあぐらむ或ハれしぶろかるだいあぐらむト稱スル者ヲ用ユル時ハ種々ノ方法ニ於テ簡略ニ部材ニ起ル應力ヲ檢査シ得ルコトガ出來マス併シナガラ混雜シマシタ圖式ニ於テハ時々解析的ニ計算シテ圖式ニ表ハサレタ値ト同値ナルカ否ヤヲ檢算スルコトガ必要デアリマス

一般ニ橋梁設計者ハ數學的精密ナル數學ヲ以テ應力ヲ出ストハシマセン又全く必要ガナイノデアリマス、ツマリ馴レタ設計者ハ應力ヲ小數點以下迄計算スルコトハ決シテ致シマセン大抵百封度五百封度時ニハ一千封度迄線上ゲル位デアルカラ前ニ申シタ通りワザワザ手數ヲ掛ケテ車輪重カラ計算シタ應力モ時間ヲ省イタ上容易ニ出來ル等布荷重カラ計算シ得ル應力ト比較シタナラバ決局差ハナイノデアリマス、圖式的ニ出シタ應力ハ解析的ニ出シタモノヨリ多クノ場合ニ於テ大デ又百封度乃至五百封度ノ餘裕ハ充分ニ取テアルカラ構造物ノ安全ト云フ事ニ對シテハ充分精密ナルモノデアリマス、ト云フワケデアリマスカラ今日デハ大抵ノ技術者ハ圖式的計算法ヲ用キテ小部ノ設計ニ充分精密ニ計算シテ居ル具合デアリマス