

特30

862

鐵筋混凝土工の手引

日本セメント工同業會編纂



始



目次

緒言	一	反力	三	鐵筋混凝土「スラブ」	七
用語に就て	二	諸鐵筋混凝土梁	四	鐵筋混凝土柱	七
變形と應力	三	單鐵筋補強混凝土梁	四	柱混凝土心	七
張力と應張力	四	複鐵筋補強混凝土梁	五	縱(補強)筋之横(補強)筋	八
壓力と應壓力	五	T字型鐵筋混凝土梁	五	柱桁と梁との接目	八
剪力と應剪力	六	L字型鐵筋混凝土梁	六	鐵筋混凝土壁	八
荷重に對する抵抗力	七	鐵筋混凝土梁	六	鐵筋混凝土擁壁	九
混凝土の抵抗力	八	(一)梁の両端が支持されたる場合	六	臺と基礎	九
安全率	九	(二)梁の両端が固定されたる場合	七	(一)土地の安全抵抗力	九
破壊強度と安全率を見出す方法	十	(三)梁の一端が固定され他端が支持されたる場合	七	(二)土地の大氣の影響	九
種々の期間に於ける混凝土の強度	十一	連續鐵筋混凝土梁	七	(三)基礎荷重の分布	九
鋼鐵	十二	T字型連續鐵筋混凝土梁	八	(四)土地に變化を起さしめる場合	九
混凝土と鋼鐵の結合	十三	梁の撓率	八	セメント	十
彈性	十四	彎曲(力)率	九	砂	十
應剪抵抗力	十五	配荷重と彎曲率との關係	九	砂利	十
混凝土と鐵筋との密着	十六	應剪力	十	鐵筋混凝土の施工	十一
中立軸	十七				

鐵筋混凝土工の手引

Truth is the foundation of all knowledge, and the cement of all societies (Dryden)



「ホルトランド・セメント」が英國の一角に出来始めてから既に一〇〇年を越ゆること四ヶ年に達します。其間に幾多の變遷を経て今日の高級な「ホルトランド・セメント」になつたのでありますが、「セメント」の工事が現代の建築に普及して來たのは未だ二〇ヶ年を経していません。従て夫に對する専門的智識は可成り發達して來ていますが、未だ夫が「建築」に普及してゐる程ではないのであります。加之實に敷かばしい次第であります。日本人は科學の智識に乏しいといはれるのも無理はありませんが、進歩した此コンクリートと云ふものに對して皆さんはどれ程の智識を有つていますか。コンクリートと「モルタル」の區別を知つてゐる小學校生徒は何人ありますか。古は日本でも可成り此建築土木と云ふことに對して一般人の智識が普及してゐた様であります。其證據には古の女子供や町人の平常の言語の中に「建築用語」が頻々と常用されてゐたことでも判ります。夫が何時かはなしに吾々と縁が遠くなつて來ました。生活様式が複雑になつた理由にもよりませうか、さりとも現代以後の人々には古の人以上に此知識は最も肝腎なものであります。

新日本を形式上「セメント」を製造する工場が日本に何程、何處にあるか。「セメント」の日本、世界各國の生産額は何程であるか。云ふことは普通初歩教育で教へておかなければならぬことでありませう。之も肝腎な常識の一端なのではないかと思ひます。

さて今此「セメント」界に關する鐵筋混凝土工手引として連載したものを更に修正増補して「鐵筋混凝土工の手引」として皆さんに至極解り易くコンクリート建築に關し知つておかればならぬ種々のことを述べるのであります。

之は「鐵筋混凝土工の手引」としてはありますが、必しもコンクリート工計りに限つたことではありません。皆さんが日常知つておかればならぬ皆さんの生活と建築の關係あるコンクリートに關する建築土木のことが極く解り易く面白い様に書いてありますから其心算で讀んで頂きたいと思ひます。

此は英國建築技師協會々員、「マスマー、オグ、サイエンス、アンド、アーツ」である「アルマート、レーキマン」氏の著書に依り編纂したものであります。



緒言

鐵筋コンクリートに關した書物で茲數個年間に良書が汗牛充棟も嘗ならない程數多出版され皆理論と實際方面を兼ね完璧に論じてあるが、偕此等の書物の中で工事監督(クラーク、オヴ、ワークス)職工長(フォアマン)及一般コンクリート業者等の指針となる様な簡単な理論を述べた書物が未だ一冊も出版されていない。

今迄の種々の工事で著者は職工長側に於て工事完成に緊要缺くべからざる或る要點に重大關係が存することを漫然と觀過無視すると云ふ傾向があることを度々目撃したことがあり其度毎に其事を人々を研究してみること其主たる原因は此等職工等の直接管理の任に當る人々の側に簡単な理論的智識が缺除してゐる爲である云ふことが判つて來た。

過古に在てのコンクリート工事に起つた缺陷の中には其原因を追求してみること必ずや其所に其原因を發してゐることは明であるが但し設計者の立場から云へば材料に關して實地に知つておくべき機會があつたのを何故等閑に彼等が附していたか云つて咎めることは出来るも全然頭ごなしに現場の實際家を咎めるのも無理である。

然し現在に在ては問題の理論的方面は殆んそ凡て云ひたい程に計算する人々の見地から取扱つてゐるのであるから普通一般の職工長は假令説明附でも其説明が簡單明瞭を缺くが爲に理論を掴み苦いのである。

之を以てみるも科學的方面に基いて設計されてゐる實際の材料を髓へる責任にある人々の頭に、も少し理論的な教養が欲しいと云ふことが判る計りか尙一步進むと未熟乃至は半熟れの職工を使つて無理な状態で製作を營む場合なき殊に此必要が切實に感じられるのである。

他方設計家に採つては彼自身か又は彼自身の直接監督下で計算設計された鐵筋コンクリート工事の實地完成まで絶えずくつ附いてゐると云ふことは到底出来難いことである。開て此工事の成功する否とは現場にある責任者の如何により著しく影響を蒙るしななければならぬ。

設計圖面通りに正確に履行し工事を忠實に遂行するには職工長からして設計家の意見に幾分かの理解を有つことが必要となつて來る、斯して責任觀念が湧出で其所に必ずや興味が増して脂が乗つて來るし又細かい所までも注意して行ける云ふものである。

嘗て著者が大量に鐵筋コンクリートを使用する一大工事を進行中に或る鐵筋を正確な位置に挿入させるのに可成り免倒であつた、實際に工事の初から職工達は此鐵筋挿入を全然省略して了ふ様な傾向があつて又職工長も從來鐵筋コンクリート工事には慣れたものであるにも係らず此鐵筋挿入の重要なことを認めていない様にもみえたのであつた。開て著者は其職工長を呼んで頗る簡單明瞭な語を使つて其鐵筋の功用を説明し働く荷重や重なる缺陷を誘起させる

原因の概念を吹込み同時に其男に工事を正確にさせ完成させる補助たるには是非職工長に責任觀念を云ふものが必要である云ふことを訴へた位にしたのである。

此ことは無駄ではなかつた。

其職工長は興味を云ふものが初めて湧いて來て然も請負つた構造物が安全なものであると保證が出来るまで自覺的に工事遂行の責任觀念を覺えて來たのである。而て工事中屢々機會ある毎に右職工長は著者の側へ來て其建物の諸部に關し説明を求めた。開て直ちに其場で説明してやつたら益々興味を唆つて來たものか設計者である著者の方でも此男が現場に於て實際に其工事完成に協力して働いてゐるのであると云ふ感じを起させる様になつたことがある。

本論に在ても成可く實際家にも直ぐ解る様な簡単な語を使用つて有益なことを説明する様に努め斯して最良方法で工事を遂行することが必要である云ふことを覺らしめる様に導くのを主眼とする。此方法を採るが爲には讀者は先づ極く初歩の原則をも絶對に未だ知らぬものと假定しておいてかゝらなければならぬ、即ちある假説をした場合に讀者の現在知つてゐる智識以上の立場から説明を導き初めることあるから斯る場合には極く初歩のことから初めておかぬと免倒が起るかも知れぬかを慮るのである。工事をすれば良好工事であればならぬと云ふことが緊要事である云ふことは何程深く強説しても未だ足ら

ぬことであつて、何となれば鐵筋コンクリート構造は完成した後に其品質の良、不良や正確に出来てゐるか否かなきを批判することは全く不可能のことであつて然も缺陷のある工事をしておく後から自然と重大な結果の缺陷が表れて來る様になり従て其結果必然に其工事の責任を擔當してゐる職工長の信用を害することになり、延ては其工事の管理の任に當つてゐる人々や直接其人々の上に責任のある最後の人の信用にまでも及ぶことになる。

缺陷のある工事は假令其構造が不完全なものであることが明瞭であつても出来上つた上では綴くらうことは出来ぬものであるし、然も工事其もの性質から云つても現場使用の目的で請負業者に與へてある仕様書や製圖面が嚴重に其通り遵守せねばならぬと云ふことを命じてゐるのではな

いか。

鐵筋コンクリート建築以外の在來の舊式の構造は實際に働く荷重の要求以上に餘分の強度を見積つて設計してあるが夫は使用材料が其用法上から其當然有すべき自然抵抗力を充分活用することが出来なかつたに起因したものであつて之が鐵筋コンクリートの場合に於けるが如く或程度まで工事施工上輕微錯誤があつたとしても其構造物の安全率を恐らく害する程度に至らぬと云ふと同程度には行き兼ねるからなのである。

尙此以上に普通の建築用鋼を用ひる場合に在ては必ず標

準型に法り工事を行ひ又設計者側でも自然の勢を以て理論上必要以上に出て稍強い部分を選択しなければならぬとになつて来る。恸風で安全率を増加する一方で假令其構造物に缺陷を起すべき危険が潜在していても其危険率を軽減すべく誤算して餘裕が計算に容れてあつたのである。

然し茲に斷つておくことは假令前記の如く誤算があつても怎麼式の建物でも夫を許容しうべきものである云ふことを云つたのではなくて又他方に怎麼式の工事施工にも充分厳密な注意を拂ふことを怠つても可いと云つたのである。即ち以上述べたことは誤算の場合の餘裕なきはみてなく然も全材料が一團となつて相互に實際に荷重を支へることを要求されている工事(假令は鐵筋コンクリートは其一である)に對しては特別の格段なる注意を拂はなければならぬ云ふことを説明するの具に供した譯に外ならぬ。

尙此以上看過すべからざることは鐵筋コンクリート建築以外の舊式構造に在ては夫を組立てる部分品は常に工場若は製作場内で管理が完備し標準が出来ているから品質の均一製品を製作することが出来、然も其製品が建築に使用せらるるまでには検査や試験を通過する機會が充分にある状態下で製作されたものである。然るに鐵筋コンクリートに在ては凝まつて同質一様の構造物となる部分全體からして殘らず作業現場で造られるので然も作業方法の管理や標準化

するとなきは製造時の最終期が絶えず此所を其所とにより違つて来るので頗る複雑となつて来る。

又工事施工完了も既に完了した構造部分に絶えず跨つたり其上へ來たりするので此點に於ても現場作業の諸状態は製作所乃至工場内で行はれるものと全然異つて居るのである。

從て職工長は斯の如き數多の複雑なことを戰つて行かねばならぬことになり、他方に同じ様な設計でも二つ並べたらば全然同一云ふものはないから從て自分の職業を仕違けて行く、換言すれば最低工費で良好、正確なる工事を完成せんとするには自己の努力を導いて大體に目的を貫徹させる爲に組織的の技量や方法手段を得んが爲には此方面に不斷の要求を有つて臨まなければならぬ。

鐵筋コンクリート以外の一般の舊建築様式は建築費が比較的高くつき其他の性質上の缺陷缺點があるが爲に自然の趨勢として大局的に鐵筋コンクリートの發達を促したので之は鐵筋コンクリート式構造の特長たる經濟的なること、何にでも利用が出来ること、耐火耐震耐風なること、耐久力絶大なること、實際上に汎ゆる種類の構造物に向くこと等にもよるのである。

鐵筋コンクリートは材料の使用方法に科學的方法を行へば經濟的ともなり此科學的方法により材料の眞價を利用し特殊の應力に對する抵抗力を出させられるし又各單位及一

單位の各部だけでも如何によりては最大限度まで其抵抗力を發揮せしめることが出来る。

之からみても判るが設計家が鐵筋コンクリート建物の設計を爲し補強鐵筋コンクリートの正確數量と配置を決定するまでには其建物の數多部分に對し著しい度數の計算をする必要が起らうし又其計算中にも正確な理論上の要件に達せしめる爲に小數以下數位まで計算しなければならぬこともあろう。從て實際工事の方で注意して正確に施工して貰はなければ此等の六ヶ敷い計算からしたことが全く全部徒勞に歸して了はなければならぬ、實際出來た建物の實強度と理論上の強度との關係は間違なく行くものではないのであつて實の所此實強度云ふものは未知の數字であつて工事が完成した後でどの位の荷重が働けば破壊するかの物理試験を行つてみて決定した上でなければ判り兼ねるものなのである。

一體鐵筋コンクリートは二材料が成つたものである、即ち「コンクリート」に「鋼鐵筋」が夫であるが讀んで字の如く其構造物がコンクリートで出来ていて鐵筋即ち鋼鐵錐(バー又はロッド)で補強せしめたものを云ふのである。

茲に當然質問が起らなければならぬが即ち自體夫だけで強くて恐ろしく重い荷重を支へられると云ふコンクリートを何故補強する必要が起るか云ふ人があるかも知れぬが之は其所に必要なからで、一體コンクリートは「コム

プレシジョン」(壓力)押す力)に對しては實に強い材料であるが一方で「テンション」(張力)引張る力)に對しては思つた程抵抗力を出すことが出来ぬものなのであるから其所へ、弱味へ引張る力の強い鋼鐵筋を挿入して其結果出來たものが壓力も、張力も兩方兼備した強味のある材料となるのである。

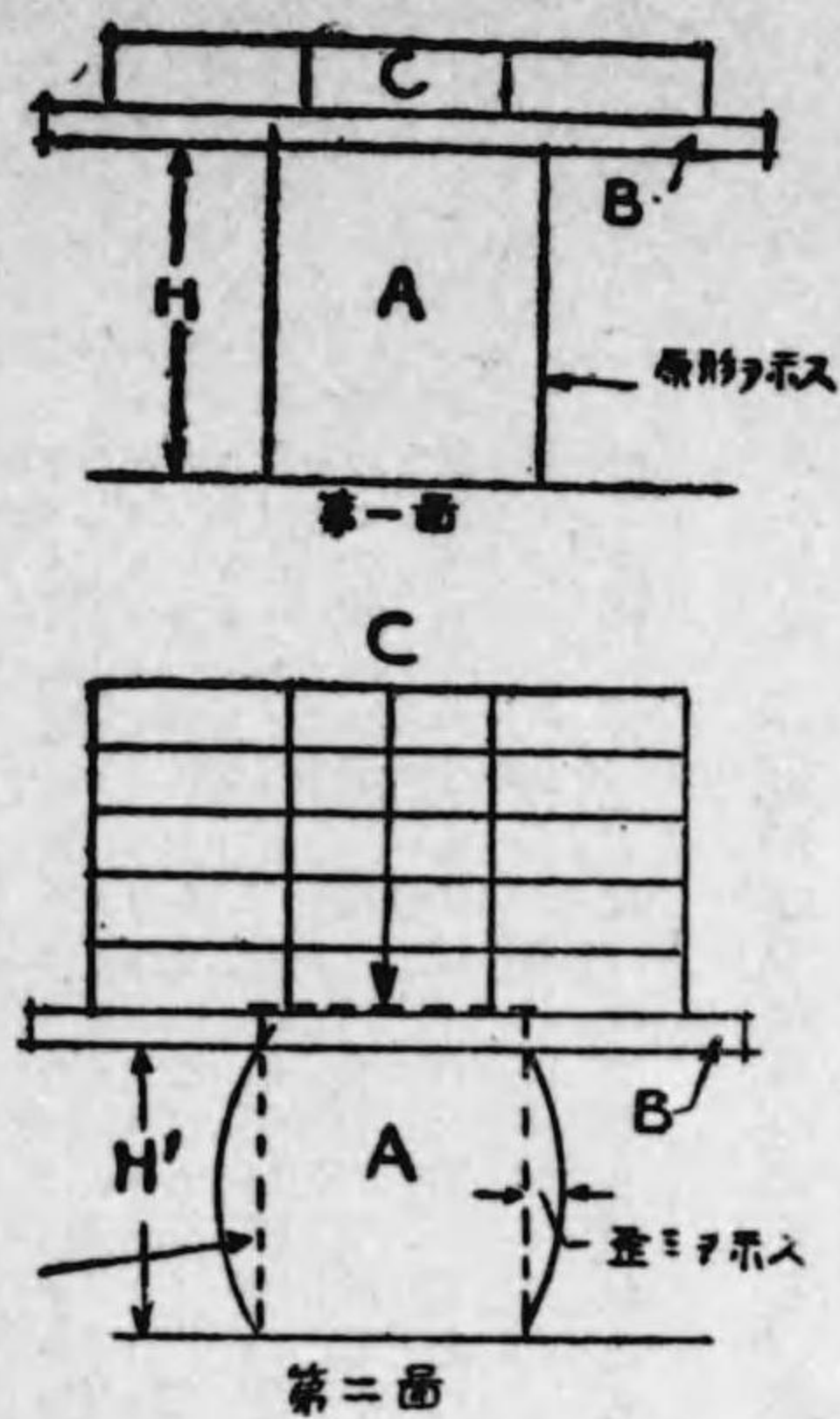
用語に 茲で此「壓力」に「張力」の簡單な定義を下しておかなければならない、又此壓力に張力以外にちよ／＼用ひられる用語に對する定義が讀者に後から出て來る説明を明瞭に理解させる上に必要となつて來る譯である。

變形と 應力 「ストレイン」(變形)に「ストレス」(應力)云ふ語は鐵筋コンクリートの理論に度々出合はす語であるが此二者の區別を詳細にしてやつて居るものは未だ見ぬ。

變形とは形が歪むこと即ち原形が變つて了ふことであつて力が加はつたり、荷重が加はつたり又は作力が働いたりするので其實體に抵抗を起すが爲に生じるものである。從て必しも其材料乃至は實體に損所を出來させると定つたものではないので其外界から加つて來る力が除かれると此形の歪んで居る状態が同時になくなつて實體は原状通りに戻り何等損所も出來ていぬこともありうるのである。此變形の簡單な一例を引くと「第一、二圖」に説明して

あるのが夫であつて、Aは護謨の固體で、Bは厚板乃至は普通の板で、Cは煉瓦か、鉄鐵か、又は其他の重いものゝ積重ねたものである。

「第一圖」の固體「ゴム」は原状の儘にあることを示したものであるが、今上から下へと押す荷重の作用が加はるゝ此重さが大である場合には「ゴム」固體は「第二圖」に示す



如く四方へ脹出して来る。此場合に「第一圖」に示した固體「ゴム」の高さHは「第二圖」に示した高さH'に減少する之を換言すれば固體「ゴム」の實體は歪んだ即ち形が變化したのであつて即ち此歪んだことが「變形」なのである。次に此加はつた重さがとれる固體「ゴム」の形は原状に戻り何等固體「ゴム」自體には損所が出来ていないので

さや乃至は抵抗力が働くことになる。故に今假に絶對的に些しも強さを有つていない材料がありうるものゝ假定したならば此材料は抵抗力が些しもある。尙如何なる材料で在ろうも其最大強度即ち破壊強(破壊するまで力を加へること)以上に應力を生ぜしめることは不可能であつて、之れ此破壊強に達すれば其材料は破壊してしひ、從て抵抗力を出すことも其點で止まり、夫に應じて應力も生じなくなる譯である。

此應力の大小は勿論其材料の有する抵抗力の大小により定まることは明であつて即ち抵抗力其者は外力が加はつて作用を起させなければ常に静止状態にあるものなのである。外から加はつた力が除かれると同時に此應力も生じなくなるが但し抵抗力の方は其儘で此場合に部分的か乃至は全部が破壊した場合は別であるが夫はこれから後に述べることをみれば解る。

要するに以上述べたことを引括めて云ふべき次の様になる即ちある材料の應力は其材料に加へられたある力に對し其材料が有する抵抗力により生ずるものなり云へる。

今鐵筋コンクリート工事に在て考へておかなければならぬ種類の應力は大体次の三つである、即ち

- (a) 張力(テンション)に對する應張力(テンサイル、ストレス)

ある。

恁麼例は讀者が「消しゴム」の上を鉛筆の先端で押してみれば直ぐ試されることゝ簡單だから此例を擧げてみただけである。

此「變形」は強い材料に軽い力を加へた場合には極めて輕微であつて殆んゞ肉眼には識別し難い位の程度のものであるから普通の建物の構造に荷重が加はつた場合の如きに在ては此變形は大抵眼に見えぬものである、が但し必しも變形が絶對に起つていないかと云ふに開うではない、矢張り變形は出來ているのである。

さて次に今度は「ストレス」(應力)のこゝを少し説明しなければならぬが、此應力には種々の性質のものがあり之に數言で簡單な定義を下すことは稍六ヶ敷いのである。

既に述べた如くある材料の上にある荷重即ち力が加はるゝ其材料に變形が起る、即ち其材料の形が變り其爲に其材料自體が抵抗力を起す、其状態を其材料の應力が働いてゐる云ふのである。

今辭書で此「ストレス」云ふ語の解釋を索める「ストレス」は「フォース」(力)なりと定義を下してあり、又此「フォース」云ふ語の解釋を索める「フォース」とは「ストレス」(強さ)なりと定義を下してあるから此「ストレス」は「フォース」(力)と「ストレス」(強さ)の二つを兼ねたものであることを示す。換言すればある材料に荷重若は力が加はつて強

- (b) 壓力(コムプレッション)に對する應壓力(コムプレシヴ、ストレス)
- (c) 剪力(シエアリング)に對する應剪力(シエアリング、ストレス)

尙其他に屈撓應力(トランスヴァース、ストレス)、屈撓支持應力(ベアリング、ストレス)、抗撓應力(トルシヨナル、ストレス)等の種類の應力があるが此等は詳細に説明する必要がないもので、即ち(一)屈撓應力は應張力と應壓力の兩方を兼ねた應力であるが應力を生ぜしめる状態としてはそれ程確然たる應力ではないから茲では省き(二)支持應力は「リヴェット」止めにしてある鋼材に於けるが如く一實體が他實體に密着している場合に起る應力で此應力も省き(三)抗撓應力はある實體の部分を反對方向に撓つた場合に生ずる應力で機械には絶えずありふれて起ることであるが普通の建築工事に餘り出會はずことゝないから之をも省くことにする。

張力

應張力(テンサイル、ストレス)又は「テンション、ストレス」(とも云ふ)は材料が引張られた場合に起す應力であつて簡單な例を引いてみるに先づ「ゴム」紐の例であるが此「ゴム」紐を兩手で引張つた場合に起るものなさが此應張力である。「ゴム」紐には兩手で加へた引張る力と其引張る作用に逆らう材料即ち「ゴム」紐の抵抗力の

爲に應力が起つてゐるのであつて、今引張つた手を緩めると「ゴム」紐は原状に戻つて了ふ。之を綱引き遊戯の例をかりて説明するに左右の組で引張つてゐる綱には應張力が起つてゐるのである。

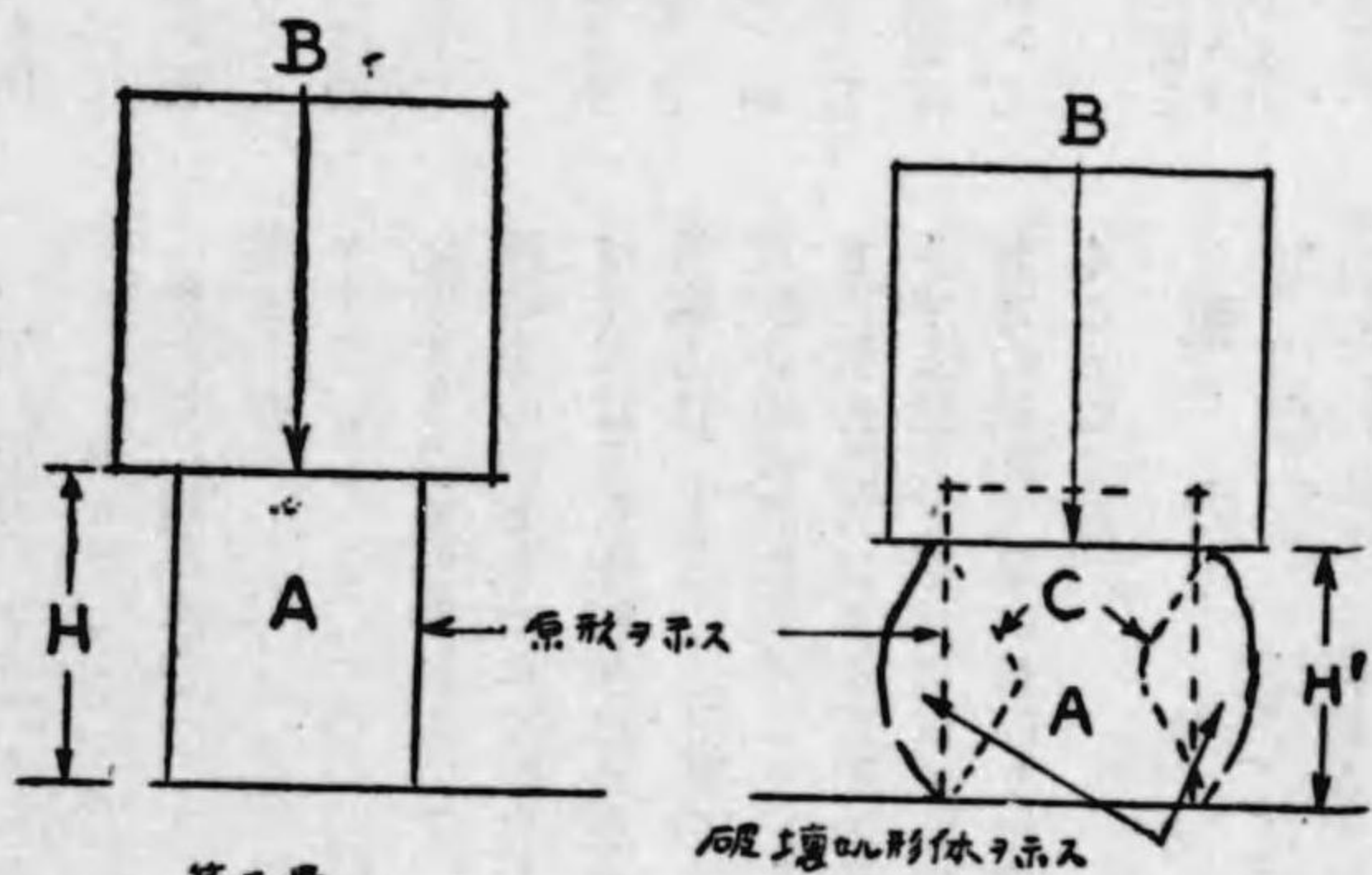
材料を長くしたり延ばしたりする力が働けば其結果應張力が生ずることになる、又其結果其材料が破壊するに至らば拗切れて破壊することになる。

「第三圖」「第四圖」で簡単に之を説明すると今丸鐵又は如何なる材料片でも可いが一つ茲にある材料があつて此丸鐵若は其材料の兩端を引張るか引延ばすとすると之に對して應張力が起る。



「第三圖」は丸鐵の原状にある状態を示し、「第四圖」は丸

鐵が引延されて前より長くなり其断面が段々縮小し遂に丸鐵の抵抗力が負けて二つに引拗切られた状態を示したものである。



第六圖 此場合に於て此丸鐵は肉眼に見える程延てはいぬ場合でも又は引張る力が引拗ぎる程強くない場合でも引張る力は生じてゐるのであるから矢張り應張力は生じてゐるのであつて其引張る力の大小によらないのである。

力即ち引拗切る力には耐えることが出来ないからなのである。此場合何れ程の鐵筋量が必要か又は其鐵筋挿入の位置

は怎うすべきか云ふことは張力に對する抵抗力に關した事柄と共に一緒に後に述べることにし、茲では單に「張力」云ふ語だけの説明で充分であることにし其應用を些しでも考へる前に充分此語の意味を了解しておいて貰ひたいのである。

壓力

第二番目に説明すべき種類の應力は壓力に對するものである。

應壓力

此壓力に對する應力は前述の張力に對する應力の全く反對のものと考へれば可い、即ち此應力は材料を壓したり又は短くしたりする様な荷重や力が加はつた場合に起る應力であつて其材料が破壊するとすれば押壓されて破壊するのであるが但し其材料が長い部材の形體である場合には壓力を受けて彎曲することになるが其事は後述することにす。

應壓力の最も簡単な例に「胡桃」を胡桃割機に夾んで割つた場合を擧げてみると胡桃割機の兩足に掌で力を加へると中間に夾つてゐる胡桃上に應壓力が起るが之を長く續けるに胡桃は破壊して割れる。

「第五圖」に示したのは何で出来ていても可いからある「ブロック」が一つあるとし其「ブロック」の上へ荷重を加へるに於て、此荷重が強く加はつて應壓力が起つた結果此「ブロック」が破壊したものを示して夫を「第六圖」に示す。

以上の如く壓力を加へて破壊を起させるには其程度が材

料によつて各々異り弱いものもあれば強々強く容易な少しい位の壓力では破壊せぬものもある、假令ば木材の例を引いて云へば木材に破壊を起させるのは荷重(力)の加はる状態により又木材の質により異なるものである。木理の上へ加はつてゐるか又は木理の條の方向に加はつてゐるか夫により破壊する程度と状態に差違がある。一方にコンクリートの場合と鋼鐵片の場合との間にも破壊を起す程度と状態に差違がある。大體に云ふに壓力が加はるに加へられ

たものは八方へ脹出すものである。今之をコンクリートの立方體の場合であるとするに破壊を起すまで壓力を加へると其四邊が破壊すること恰も「第六圖」の點線で示した様な状態になる、但し此場合コンクリートの品質は正規のものであると看做した場合はある。

本圖に就てみれば此場合の破壊は外側方向へ裂出する力の爲に破壊するのである云ふことが判るが讀者は此點を充分記憶しておいて貰ひたいのである、此事は後に「鐵筋コンクリート柱」を述べる場合に又出て來ることであるから簡単な鐵筋コンクリート梁に在ては此壓力に對する抵抗力(抗壓力)はコンクリート自身が有つてゐるのである、此事も後で詳しく述べる筈である。

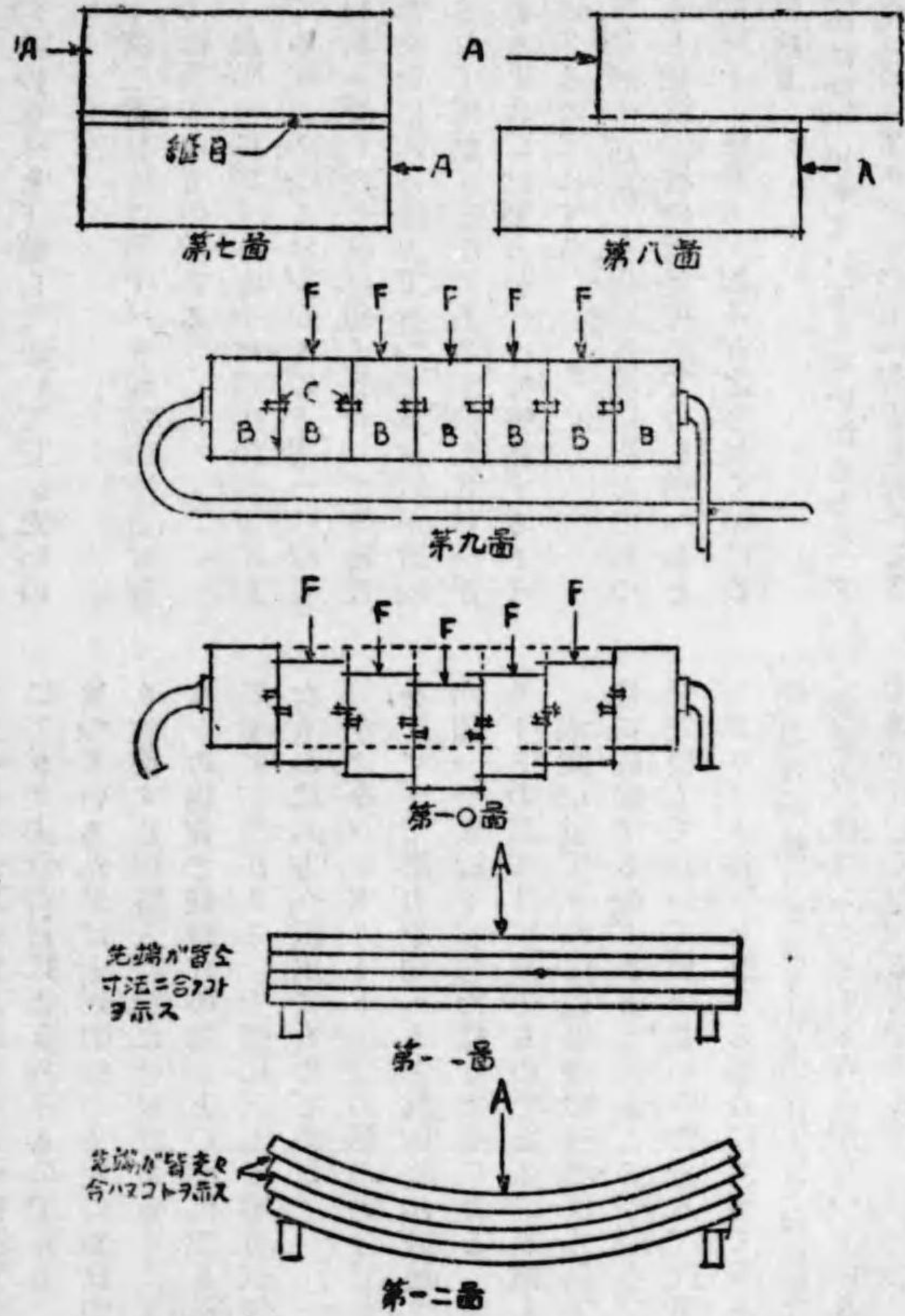
剪力

最後に第三番目に説明すべき種類の應力は剪力に對する應力である。此應力即應剪力は切斷若は移動(踏外す)る力に抵

應剪力

壊断面が移動つて二つ乃至は其以上の數に縦か横に破壊断面で分離して了ふ。

例を擧げると紙片を缺で切斷する働は一つの剪力の働である又煉瓦壁か又は煉瓦積橋臺のモルタル繼目が未だ柔い間に一番上層(何處でも可い)煉瓦を一個押出し其位置から移動させてモルタルの抵抗を押退ける。此場合其煉瓦は剪力で位置が變つた即ち移動らされた云ふのである。



抗する應力であるを定義を下すことが出来る。此場合に破壊が起る材料は其破壊

「第七圖」から「第一二圖」に示してある簡単な圖解は之を示したもので、讀者が自分でやつてみられる様に横方向の剪力と縦方向の剪力の働を示したものである。

此中で「第七圖」は弱いモルタルで二個の煉瓦を接合させた場合でA印の「矢」は煉瓦の一端に各々反對の方向に押す力を加へた場合を示したものである。

今此押す力(即ち壓力)が繼目のモルタルを破壊する程強く加へられると上下の煉瓦は「第八圖」に示した様に離れて移動つて來て遂に其モルタル繼目は壓

力の働く水平方向に應剪力が起つて終には破壊して了ふのである。

「第九圖」はBの「ブロック」がC點で兩方の「ブロック」を小さい軟木製の「駄柄」で繼合せてある場合を示す。

此「ブロック」列全體を小型の「クラムプ」(又は兩手でも可い)で確ミ締附けあるものとする。

今Fの方向に金槌で打つて「ブロック」の上へ力を加へると「駄柄」は剪力の爲めに折れて各「ブロック」は「第一〇圖」に示す如く下方へ移動する様になる。

尙他の簡単な例で圖解する。薄目の板を數枚重ねて其兩端を兩支點の上へ坐らせる。第一一圖の如くにし此板の徑間の中央A點へ荷重を加へ其重さを充分強くして全部重ねた板が下方へ反ること「第一二圖」に示す如くする。假定する。斯するに此重ねてある板の兩端は不揃になつて來る、之れ各板の下側兩末端が外側へ滑出て下側の板の上側兩末端から外へ喰出るからである。此喰出る働が起るのは即ち水平方向の剪力作用が起るによるものであつて此剪力作用が各板と板との間に起る摩擦作用に勝つが爲である。此剪力の例では剪力が働くものを別々の離れた單位(即ち重ねた板)で説明したが、今若し荷重や外力が完全な一鐵筋コンクリート構造の一部に加へられるものとしたらば繼目が無いが爲に様々の應力が働くであろうと何人でも考へてこやう。此等様々の應力や又其應力の一つ一つの性質

は例を擧げて既に其怎麼ものであるかは説明してある。其建物が何であろう。一の完全な構造物全體の一部である。又建物の型式や材料の如何に係らず此缺陷の起る傾向は發生するのである。

此缺陷の起る傾向を防止するのが構造物の強さであつて構造物は各部毎に前述した如き方法の孰れもかで全體の破壊や部分的の破壊の起ることを豫防する様に設計や構造が工夫してある。

普通の建物工事に會はず種類の此等應力を一括して擧げてみる。

- (一) 應張力—即ち伸張又は引拗切る力に抵抗する應力
- (二) 應壓力—即ち押縮め又は壓碎く力に抵抗する應力
- (三) 應剪力—即ち切斷し又は移動らせる力に抵抗する應力

等である。但し茲に承知して置いて貰いたいのは本論の全目的は出來るだけ簡易に使用されている各術語を理解させる智識を與へるのにあるので、從て或場合には専門的な立場から使用すべき嚴重に正確な辭句に拘泥することは苦しいことがあ

勿論専門的なこゝは各々専門的な語を用ひて云表す方が

専門家には遙に容易なこゝではあるが、それをするに今迄世間に著述している鉄筋コンクリートを取扱つた他の書物に要するに同じこゝになり此等は孰れも優れた教科書計りではあるが吾目的とする簡易な初歩の人々を導く爲の教科書に云ふ標的からは皆外れているもの計りである。

荷 重

變形(ストレーン)や應力(ストレス)のこゝを説明した場合に度々荷重(ロード)又は力(フォース)と云ふことを引合に出したが、是等の用語の意味は別に詳細に説明しないでも明瞭であるが、然し此荷重の加はる状態、即ち換言すれば設計するに方つて荷重の種類にも種々あるから其等を知つておく必要がある。

總括して云ふと荷重は次の二種に區別することが出来る。

(一) 部材の死重乃至は是から計算せんとする構造物の部分の死荷重(デッド、ロード)

(二) 上に加へられ又は外部から加はる荷重

今一から説明して行くに部材の死荷重(死重)とは其部材を組成する材料自身の實際重量(實重量)を云ふのであつて、例を擧げるに今一本のコンクリートで出来た梁(厚さ一二吋×幅八吋)が一五呎の間隔で設けてある二壁の上へ其兩端で渡してあるものと此一五呎の張間(徑間)に跨つて自體を支へる爲には此コンクリート梁は其だけ丈夫なものではなければならぬ譯である、之れ此コンクリート

自體の重さは、一の荷重を爲しているが其兩端で二壁に支へられてゐるのみで他に支へられてゐる箇所はないからである。が然し二點のみで他に支へられてゐる箇所がないと云ふとは必しも重大視せなくても可いのであつて、實際構築に方つて斯の如く自體を支へることが出来ぬと云ふ様な其應力材料を用ひてあるとは極めて稀である、此部材の實重量は設計するに方つては一の肝腎な要素となるべきものであつて、夫が支ふべき全荷重の一部となり、又強度の條件を計算する場合には上に加へられる荷重に加へて計算しなければならぬ性質のものである。

鉄筋コンクリート工事に於ける死重と死重の及ぼす影響を尙一つ各實際家に直ぐ解る例を擧げてみよう。一つの建築物建築中新しく打込んだ鉄筋コンクリート床にもし缺陷が表れたとすれば、又實際に其缺陷が床許りに限らず構造物中の怎樣位置にでも可いが起つたとするに、必ずや此缺陷はコンクリートが未だ充分硬化し切らぬ前に假粹取外を行つたに由るものであつて大抵の場合には其工事が缺陷を起したの破壊した時に何等荷重が外部若は上から加へられたのに起因してゐない。

であるから此場合コンクリートが自體を支へる力がなかつたのであると云ふこゝが極めて明瞭になる、換言すればコンクリートの硬化不充分的爲に強度が欠乏して其張間に跨つてゐる其自體の死重を支へる力が欠けていたと云

ふこゝになる。

鉄筋コンクリート(一―二―四混合)の重量は一立方呎に付平均約一五〇封度(一立方方に付約二四〇三疋) (註―市街地建築物施行規則第一條―コンクリート及鐵筋コンクリートの重量の最小限は一立方方に付二三〇〇疋) としてあるから之を「ブロック」とみれば一二吋の立方体「ブロック」にしても可いから従て前記のコンクリート梁は厚さ一二吋×幅八吋であるから各一二吋毎に一〇〇封度の重量即ち全體梁の重さは一五呎の距離に對して一五〇〇封度かゝる譯である。

$$(12 \times 12 \times 12) : (12 \times 8 \times 12) = 150 : *$$

$$* = 100 \text{封度} \dots \dots \dots \text{毎} 12 \text{吋} \text{ノ重量}$$

$$12^3 : 12 \times 8 \times 12 \times 15 = 150 : *$$

$$* = 150 \text{封度} \dots \dots \dots \text{全梁重量}$$

即ち一二「ハンドレット、ウエイト」以上であるのであるから此梁のコンクリートが充分硬まらないセメントの凝結中にコンクリート梁を支へる切立(支柱)を取外すと頗る危険であることが解る、夫は支柱を取外す間に起る虞のある損害などは別に、全部が破壊して折れて了はないまでも生コンクリートが自體の重さで撓みが来たり又は偏いたりして梁の力が著しく弱いものになる。厚みが六吋の鐵筋コンクリート床「スラブ」は一平方呎に付其重量が約七五封度位秤るから此七五封度即ち死重は支持すべき全荷重の百分率から云ふに往々大きな率を占める事になる。

他の方法でもコンクリートが充分硬化して假粹取外を行へる正當な時期に達するまでは假粹を其位置に安置しておく必要があると云ふことを示せる、即ち其計算法はある材齢に達したコンクリートの理論上の強さを基礎としたものであつて即ち「ロンドン、カウンティ、カウンスイル」規則の命ずる所のもので「ポルトランド、セメント」一―砂二―粗混凝材四より成るコンクリートの破壊耐壓抵抗力は混練後(材齢)四ヶ月に於ては平方呎に付二四〇〇封度(平方呎に付一六八・七四疋)と看做し又普通状態下にある使用應力(「ワーキング、ストレス」)は平方呎に付六〇〇封度を限度とされている。

今コンクリートは最初之を混練して其位置に打込んだ當初は一の成型するに適した材料である計りであつて耐壓力に抵抗が出来る様な強度は些しも持つていないのであるが、此状態から次第々々に強度を出して来る様になり四ヶ月後には遂に設計した全荷重を安全に支へるこゝの出来る程度に到達するのである。

然るに此全荷重の中にはコンクリート自體の重さ即ち死重も亦含んであるから此コンクリートの強度が期間の経過に連れ増進していく間に材料自身の強度如何によつて安全の程度が定まるのであるから假粹取外前に此死重が代表している部分の荷重をも安全に支へるに足るだけの自體に抵抗力を有するある状態に達していなければならぬこゝが解

る。

勿論假粹取外時期は天候期節其他の状態により定められるものであつて工事監督の任にあるものは其命令指圖を建築家乃至は技師に俟つべきであるが、之と同時に現場係長がコンクリートの重量は荷重の一部となつてゐるものであつて一定量以上の荷重が加はることは要するに破壊を來たすものであること云ふことを承知していれば事故が起ることは避けられるに違ひがないのである。

(二) 上加へられる荷重又は外部から加はる荷重と云ふのは其構造の部材乃至部分が受け又は支へなければならぬ重量乃至壓力を云ふのであつて其量は勿論種々の状態により同一でない。

假令ば床「スラブ」の例で云ふ建築物を使用する場合に其床「スラブ」の上へ普通置かれるものの重量が即ち上へ加へられる荷重となるもので此荷重は一定の規則、公式があつて設計家は夫により一々假定して計算する。其適例は其床が「ホテル」の寢室の床であれば上加へられる荷重は公式で一平方呎に付八四封度少く假定して計算するのであるが夫が倉庫の床であると設計する場合に其荷重は平方呎に付二四封度として計算しなければならぬが之は「ホテル」の寢室の床よりも倉庫の床の方が重量のものが置かれるからである。又ある工場の床で一平方呎に付一一四〇封度として計算してあるものもあるが之なきは例外ではあるが大

の各部分を如何に設計すべきやと云ふことは説明する必要がない。只如何なる點を計算に入れるべきか云ふことや又夫に必要な種々の用語を解る様に説明すれば夫て吾々の目的は充分である。

既に述べた二種の荷重以外に尙説明しておかなければならない活荷重(ライヴ、ロード)即ち動荷重と云ふものがある。

概括して云へば一平方呎に付封度で表してゐる負荷荷重は靜荷重(ステーションナリー、ロード)と看做されるべきものであつて、此外に或場合には機械が運轉して荷重を動かす原因となることがある、乃ち機械の震動又は激衝と云ふものに對し其構造を考慮し夫に對し特別の計算をしておかなければならぬ場合がある。此場合の荷重は實荷重より五〇%方餘分に計算するのである。例を擧げるに機械が運轉するもので其實重量一〇〇〇封度であることと設計上で計算する荷重價値は一五〇〇封度とすべきことになる。即ち餘分として五〇〇封度を加へ機械運轉の爲に起るべき増加に備へるのである。

此は肝腎な點であつて新規打込のコンクリート床上に建築材料や其他の重量物品を落下させるが爲に破壊に起る危険を説明するものであつて落下させるに其激衝の爲に其物品を靜に床上に下ろす場合よりも遙に大なる應力が作用するところになる。

體に倉庫又は工場等の荷重は普通の目的に使用される場合なれば平方呎に二三〇封度邊で計算するものにしてある。斯の如く一床「スラブ」の場合で云ふに計算に入れるべき全荷重は床構築に使用する材料自體の重量に其床上に乗せて置かれるものゝ假定した品物の重量を加へた全重量である。

床梁の場合を説明するに梁自體の重さに床「スラブ」の重さ其「スラブ」上に安置せられてある負荷荷重との和を加へた重量でなければならぬ、此事は後に詳しく説明をする。

壁を受けてゐる梁は壁の重量と其梁上で壁が支へねばならぬ荷重残らずと梁自體の重さを支へるものとして計算しなければならぬ。

又屋根の荷重を計算する場合には計算に入れるべき荷重若は壓力は勾配屋根であれば其屋根構造の重量と屋根葺材料(假令ば「スレート」屋根等)の重量とに其屋根に向つて吹衝る風の壓力や雪の多い所では雪の重量をも加へて計算する。

註一市街地建築物施行規則
第五百條 強度計算に適用する各種床動荷重の最小限左の如し

床	の	種	類	動荷重(一平方米に付)
住	家	家	類	二五〇
事	務	所	類	三七〇
學	校	所	類	四二〇
集	合	所、劇場、寄席の類		五〇〇
商	品陳列室陳列館の類			五五〇

倉庫、書庫、作業場に付ては其實況に應ずる適當なる動荷重に依るべし云々

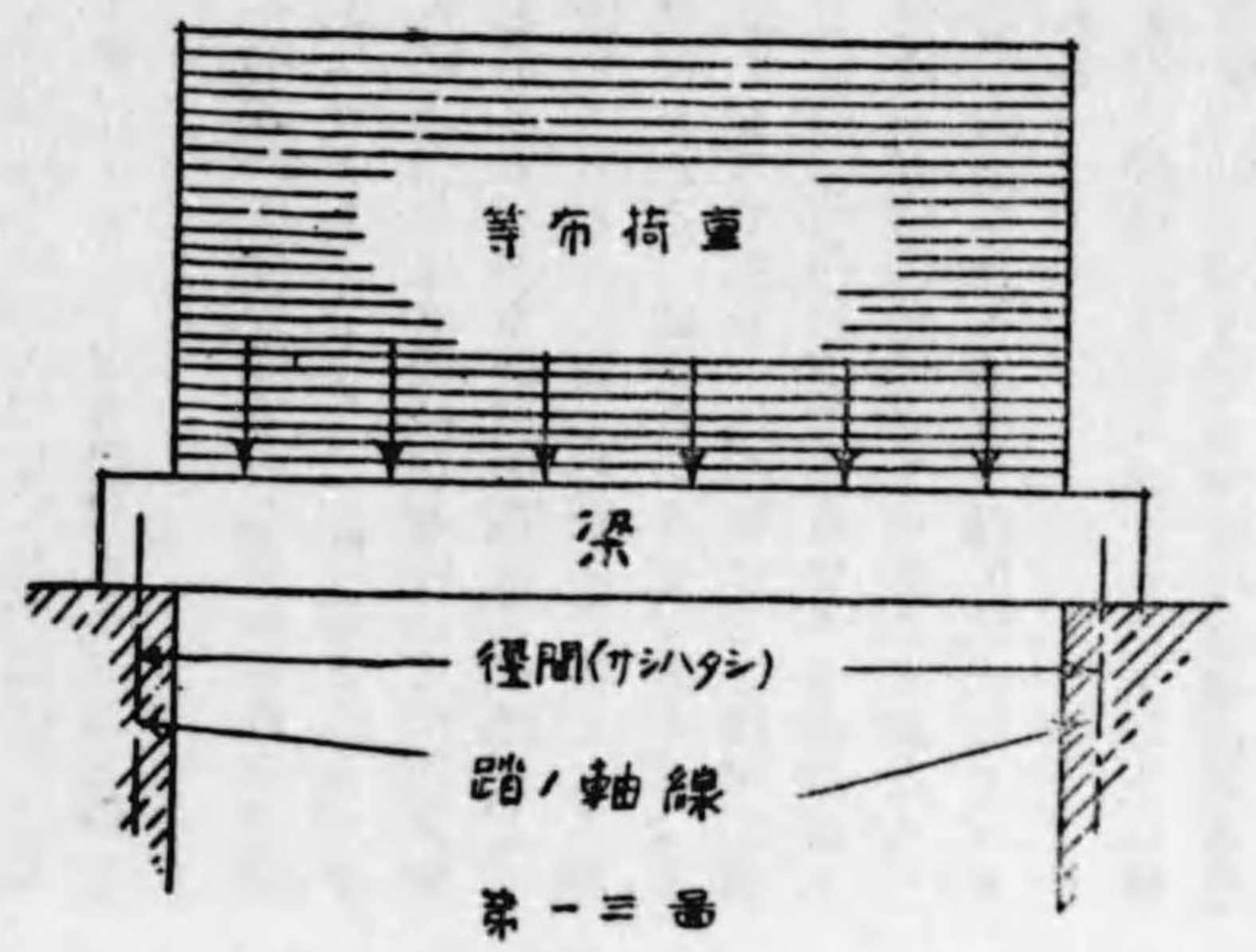
再說今迄で大體に荷重や力の種々の性質を研究し夫が解つたのであるから次に今後は荷重が種々の具合に構造物に對し働らくことを述べられる譯である。

又時としては支へる荷重が一點に集中せられることがある。例令ば一本の梁の一端が他梁の上に坐るが如き又は一本の柱が梁に支へられていて其梁の下面には別に支へとして柱がない場合の如きものである。又時としては荷重が支持部材の全面に亘つて多少も平均に分布されてゐる場合がある、其適例は一本の梁の全長に亘つて其梁の上へ壁を設けてある場合の如き又はある倉庫の床の全面に貨物が積んで置いてある場合の如きが其例である。併し此場合に實際上に云ふと床の全面に荷重が均一に分布されてゐるに云ふ様なことは先づないこと云つても可いが計算をする上に於て

積上げた荷物の通路や空所の位置は絶えず變更されるものであるから夫に對し備へることを條件として假定し計算する、從て床面はどの點で荷重を受けても可い様に床面全面に亘つて均一な強度を有せしめる事が必要なる。

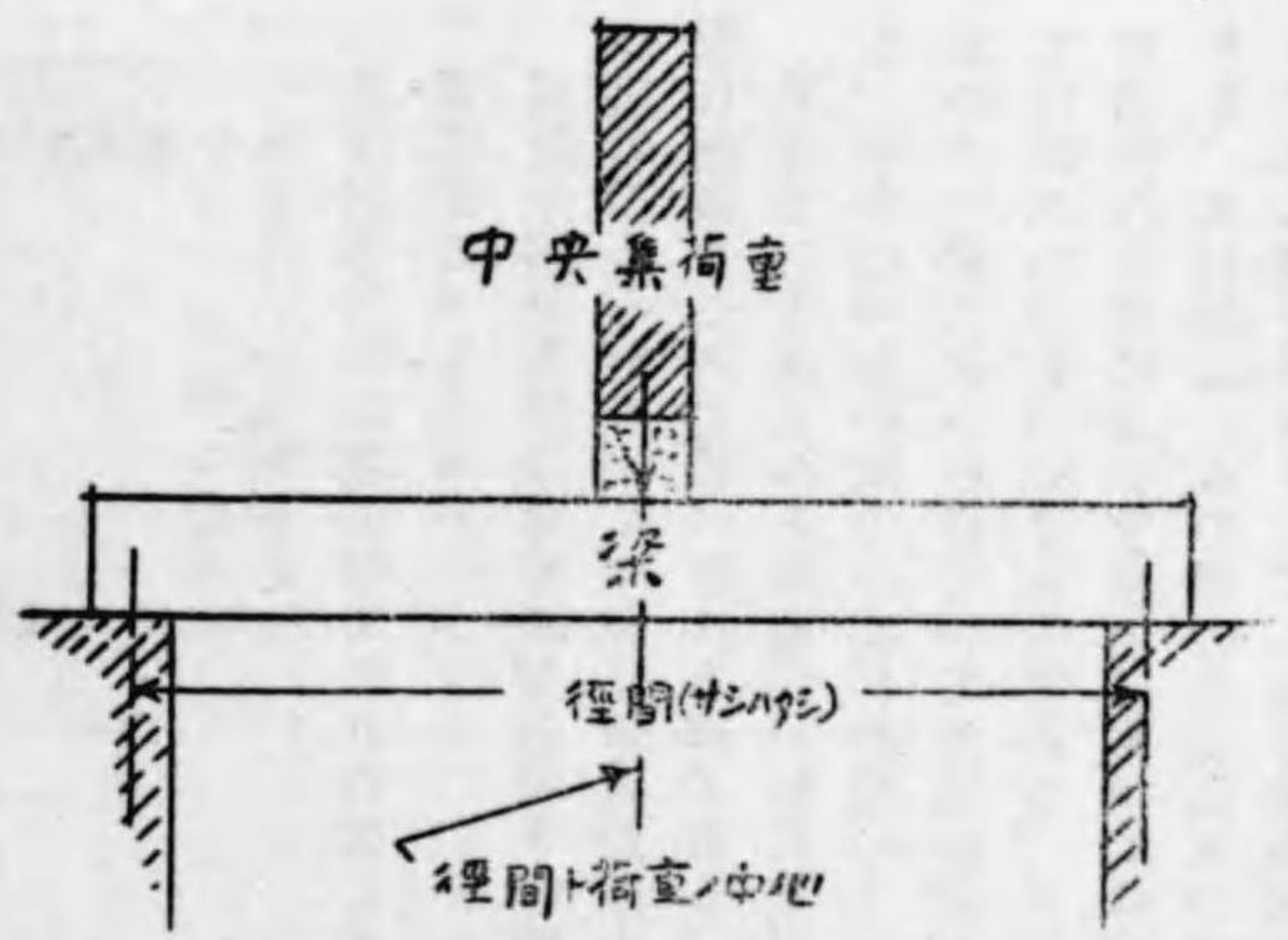
斯の如くに荷重が加はるる二方法は之を稱して集荷重(コンセントレーテド、ロード)及等布荷重又は配荷重(ディストリビューテド、ロード)と名附けてゐる。

而て或場合には一部份に此二荷重の兩者が一度に加はるる場合がある、即ち等布荷重が加はつてゐる一方、ある點で一箇所乃至其以上



第一三番

の集荷重が加はつてゐることがある。梁や床「スラブ」に荷重が加はつてゐる場合に此集荷重



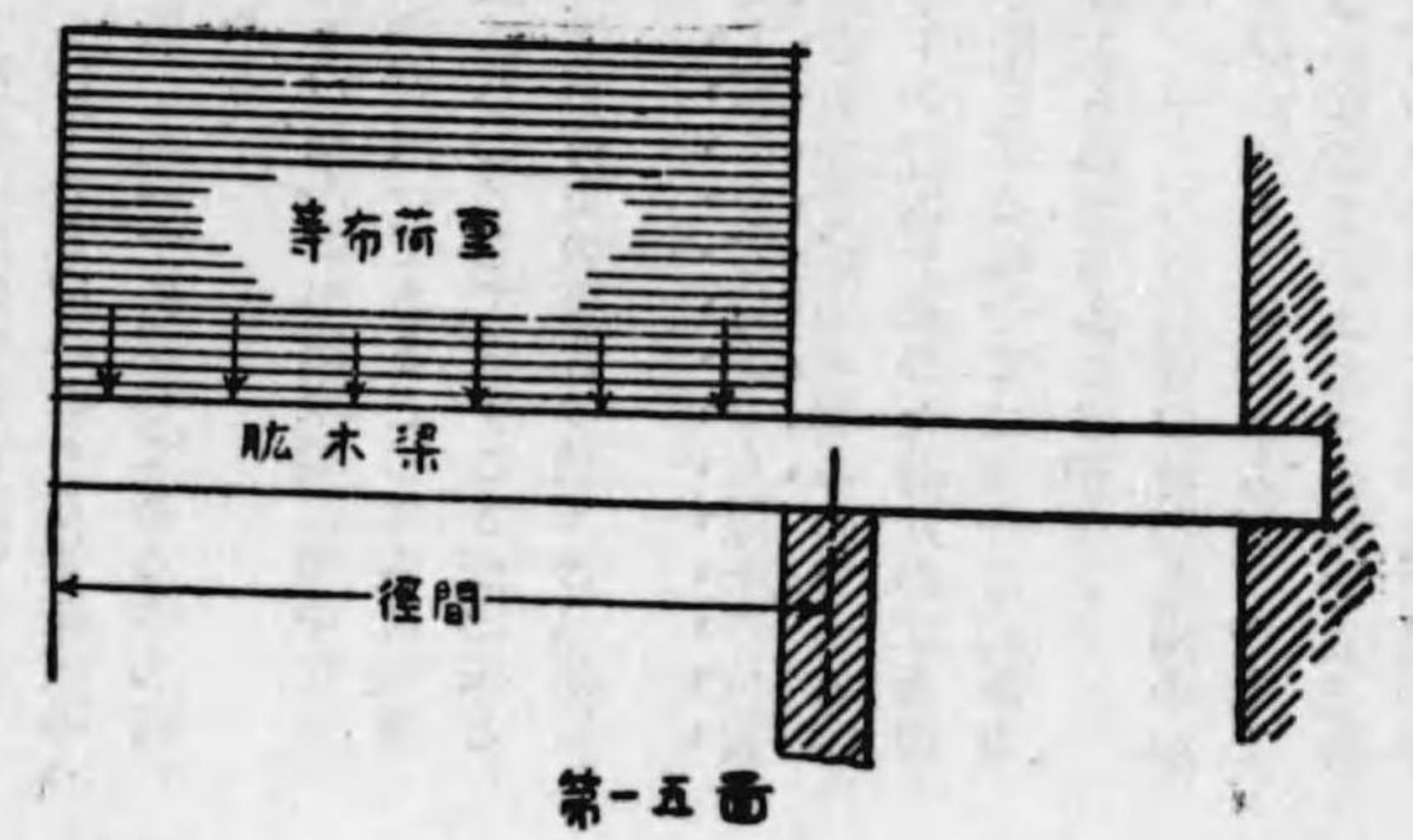
第一四番

又は彎曲率は前記の梁又は床「スラブ」の例で云へば彎曲して行く分量で夫に對しては「スラブ」や梁に抵抗力を有せ

の爲に部材が彎曲させられる様になる依て此彎曲の程度を計算しておくことにならざるが計算して出したものは曲率又は彎曲率(ベインディング、モーメント)と稱し其意味は後に詳しく述べる筈であるが能率乃至率とは其分量のことであつて從つて曲率

しめる様設計しておかなければならぬ。此彎曲して行く分量は荷重の多寡も他の諸條件で定まるのであるが今では只荷重のことだけを考へておくことにする。

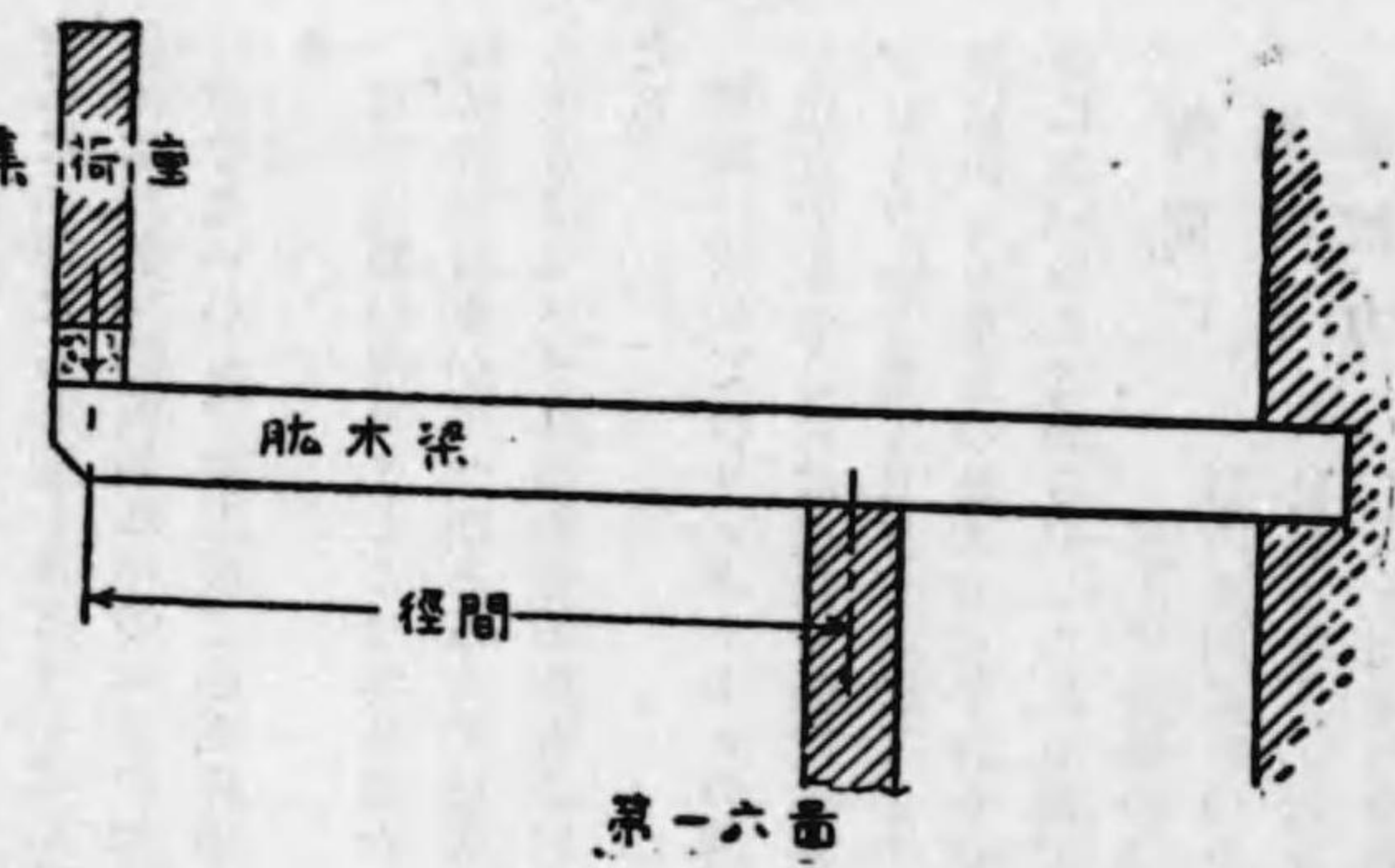
此荷重が加はるる最も簡単な例は部材全體の上へ均一に等布荷重が加はつてゐる例であつて「第一三圖」に示すが如く一本の梁が其兩端で支へられていて例へば普通の煉瓦壁を其上に支へてゐるが如き場合である。



第一五番

條件を悉く考へ應力が働く程度が數字的に表れるものであるとしたらば例へば一〇であるとしたらば他の荷重が加はる條件と比較してみる

てゐるのであるから此集荷重は等布荷重の二倍即ち二〇として表すことが出来る。



第一六番

却説此次は荷重が梁の全長即ち徑間の中心に集つた場合であるが夫は「第一四圖」に示してある。此例で云ふと壁は下の梁の上へ直角に設けてあるのであるから全體の荷重は一點に集中してゐる。然るに今此全集荷重の量が「第一三圖」に示してある全等布荷重の量と等しいものとしたらば、他の條件が同一である限り應力が働く程度は之を比較してみれば徑間の中心に加はつ

「第一五―六圖」で尚二例を擧げて説明する。第一五圖では重量即ち荷重が舷木（一端のみで支へられている梁）の全長の上に均一に重さを加へて坐つてゐる壁の例であるが此場合在ては應力が働く程度は他の條件が同一であるとしたらば「第一四圖」に示してある中心にある集荷重の二倍即ち四〇ミなり、又「第一三圖」に示してある等布荷重の四倍として表すとが出来る。

「第一六圖」では荷重が舷木の殆んき外側末端に集中せられてゐる例であつて他の條件が同一であるとしたらば此場合に於ける應力の働く程度は八〇ミとして表すことが出来る換言すれば「第一三圖」の等布荷重の場合の殆んき八倍に當るのである。

以上のこゝに依つてみるに大體に全き荷重でも種々の位置に加はつた場合には働く應力の分量が夫々異なるのであるから現場係長は既にコンクリート打込を終つた計りの工事の上へ重量材料を積上げる手配をする場合には充分に判断力を用ひて夫を行はなければならぬ云ふことが解る。

床「スラブ」の真中に煉瓦や、石材其他の材料を山の如く載積してあるこゝは屢々見かけることであるが、斯して其建物上に怎麼影響があるか云ふこゝにははこんきお構なしであるが、一方では又柱や壁の側に充分な置場があるにも係らず其所が抛り放しに空けてある。施工仕たての工事に重量材料や重量の物品を置く場合には材木其他を

敷材料として成可く広い面積に荷重を配布させることは大抵の場合に左して六ヶ敷こゝではなく斯しておけば施工面が保護されるのみならず荷重を分布させるものである。

今迄説いた中に長い梁の上の諸點に集荷重が加はつた場合には如何なる影響を及ぼすか其事は未だ述べてないが其理由は此數字的價値は他の荷重の加はる方法と比較が簡單に表せないから従つて後で必要の場合に研究することとする。

然し大體の指針としては集荷重が加はつて應力が働く程度は其集荷重が支へのある方に移動するに従つて少くなる即ち應力は支へる集荷重の位置との距離に反比することになる。

新規打込たてのコンクリートの眞上に梁や床工事の假枠を組立てる場合には突張や張梁の足の下に敷板（ソール、プレート）を敷くこゝが必要であり又震動を避け新しい假枠にかゝる重量の最大分布を計る必要があると云ふことは前に述べたこゝから察しられる譯である。

荷重に對する抵抗力
以上で荷重の加はる大體の原理と其種類の説明が終つたのであるから今度は諸材料に就ての種々の説明と又構造物が受くべき諸種の荷重に對し夫々必要な抵抗力を有せしめる様に計算する場合に設計者に採り關係のある諸點を述べる事が出来る。

類の説明が終つたのであるから今度は諸材料に就ての種々の説明と又構造物が受くべき諸種の荷重に對し夫々必要な抵抗力を有せしめる様に計算する場合に設計者に採り關係のある諸點を述べる事が出来る。

荷重に對する抵抗は主として鐵筋コンクリートに關し述べる本書に在ては其構造に使用する二材料即ちコンクリートと鐵筋の強度を以て之に應ずるのである、而て此等のコンクリートと鐵筋の二者が相共に其用をなす働をするのであるから今如何にして此作用が行はれるかを最初に知つておく必要が起る。此説明は先づコンクリート鐵筋各材料を別々に荷重が如何に作用するかを説明しておいてから述べることにする。

混 凝 土

の

抵 抗 力

鐵筋コンクリート構造に在ては其構造物の殆んき全體はコンクリートで組成されてゐるのであるから従つて此材料が適當に出來てゐるか否か云ふこゝは頗る肝腎な眼抜の點であつて其肝腎さの程度たるや工事の責任者に如何程強く肝に銘じさせておいても未だ足らぬ位であらうと思ふ。

既に前にも述べてあるが如くコンクリートの使命は耐壓力に抵抗するものなるこゝなのであるが、此使命を完全に果たすには設計者の見積り通りに耐壓力を出して來なければならぬのであつて設計者は自分の経験や又は斯道の諸専門家が行つた試験に基いて最小限度の抵抗力を見積つて設計を行ふのである。

鐵筋コンクリート工事の計算に在ては設計者は英米なれば吋封度（一平方吋に付何封度として）米法を採用してい

る國では「センチメートル」「キログラム」（毎平方「センチ、メートル」に付何「キログラム」として）を用ひて計算するが此等の單位を用ひるのは計算上最も便利で又最も正確に計算が出来るからなのである。

一―二―四混合のコンクリートが壓力に抵抗する強さは一平方吋に付六〇〇封度（平方糎に付四二・一八）を看做し之を安全使用應力（セーフ、ワーキング、ストレス）と稱へてゐる。

註―市街地建築物施行規則第百二條

一―二―四コンクリートの應張力度―平方糎に付 四五疋以下

一―三―六 同 三〇疋以下

市街地建築物施行規則第百二條

一―二―四コンクリートの應張力度―平方糎に付 四・五疋

一―三―六 同 三・〇疋

「ロンドン、カウンティ、カウンスイル」規則では「ボルトランド、セメント」―一―砂二―粗混凝材四より成るコンクリートは混練後四ヶ月を経過したる後其破壊耐壓抵抗力は平方吋に付最低二四〇〇封度（平方糎に付一六八・七四）を有するものたるべしと規定し、又一方で混練後一ヶ月を経過したる後破壊耐壓抵抗力は平方吋に付一六〇〇封度（平方糎に付一二・四九）以上を有するものたるべしと規定

してある。

此破壊耐圧抵抗力の破壊云ふ語の意味はコンクリートが此點(即ち平方吋に付・封度の荷重が加はると)で實際に破壊するか乃至は安全率を見込んで其作用抵抗力は適に少く見積つてある筈であるから實際はいさ知らず計算上では明にコンクリートが押壓されて了ふ點を云ふのである。

上記の規則に規定してある抵抗力は良好コンクリートであれば必ず當然有するものと期待しうる強さであつて、設計者は良好工事に基いて材料の強度を計算するのである。價値の数字を常に用ひて行ふのである、斯して設計者の方では現場工事業中に現場係長が自己の職務を間違なく行つて行くものと推定して行るのであるから現場係長たるものは其旨を充分體していねばならぬのである。

安全率

(フアクトア、オ
ブ、セイトイ)

使用應力は平方吋に付六〇〇封度を見做されてゐるが然るに一方で又材齡四ヶ月のコンクリートに破壊を生ぜしめるに要する壓力は平方吋に付最抵二四〇〇封度でなければならぬ云ふことが規定してあるが、之は使用應力と破壊強度との間の差違を示したものであつて此差違が出来た理由は安全率云ふものを増減したが爲であつて、今の此場合の安全率は四である、即ち破壊を生ぜしめるに要する荷重は其コンクリートに加へても安全であるとして許してある荷重

の四倍なのである。

此安全率と云ふものは他の條件により變化するものであるが夫は後に述べることをして今は只安全率は破壊強度を使用應力にて除して得たる數なりと思つていけば可いのである、即ち

$$\frac{\text{破壊強度}}{\text{使用應力}} = \text{安全率}$$

破壊強度と

安全率を

見出す方法

普通一般の方法では先づ其材料の破壊強度を實地試験に依て之を見出し、然る後に其材料の良、不良程度の成績に従ひ夫々適當な安全率を決定し、此安全率を得たならば夫で破壊強度を除して其材料の使用應力即ち安全應力を見出す。故に安全率とは破壊應力と作用應力との比を表す數(價値)なりと定義を下しても可いのである。

構造物に於ける破壊應力と使用應力との實地上の比即實地上の關係は其施工せられたる工事の良否及正確、不正確さ程度により大に異なるものであつて、職工側の不注意、怠慢や、無頓着、冷淡、我不關焉等の爲に設計は如何程用意周到に出来ていても安全率を低下させる様になるものである。

又材齡一ヶ月のコンクリートの強度は其耐壓力が平方吋に付一六〇〇封度以上たるべしと規定してあることは前に述べてあるが其意味は斯る短期間に在ては充分な荷重(滿載荷重)フル、ロードを加へさせることは安全でない、即

心得ていねばならぬ。(註参照)

註一コンクリートに於けるセメント量の割合

「ポルトランド、セメント」を緩状態にて一立方呎測り種々のコンクリートを作れば左の如き容積の差違を生ず

一—二—四	配合なれば四・一立方呎の	コンクリートを得べし
一—二—五—五	同	五立方呎
一—三—六	同	五・八立方呎
一—四—八	同	七・五立方呎

一例を擧げるに「ロンドン、カウンティ、カウンスイル」規則にては「ポルトランド、セメント」一—砂二—粗混凝材

四の配合率を有するコンクリートは混練後四ヶ月を経過した(即材齡四ヶ月の)其破壊強度が平方吋に付三〇〇〇封度以上であれば其使用應力は平方吋に付七五〇封度迄高く看做すことが出来るものと規定してある。之に依てみれば嚴重に指定した通りの配合率を作る様に作業することが必要であると云ふことを示すもので、設計者はある最低強度で計算して安心してゐるのである、然るに之に反對に仕様書には設計者が特別の強いコンクリート其儘で計算を進めて行き、又現場係長や又工事監督の方でも其コンクリートが特別の強いものにしてあると云ふことが解つていないとするに必ずや其結果恐ろしいことになる。

ち換言すれば破壊強度と使用荷重(ワーキング、ロード)との差が未だ不充分で必要だけに安全な餘裕を出せないと云ふことなのである。之れコンクリートの強度は期間が進むに連れ或る程度まで増加して行くものであつて大體から云ふと混練後九〇日が滿載使用荷重(フル、ワーキング、ロード)を加へられる最短期間であつて其以前に滿載使用荷重を加へることは破壊を起す危険があるので出来ないのである。

種々の期間に於ける混凝土の強度を掲げるに次の如くなる。

材 齡	強度(百分率)	材 齡	強度(百分率)
二八日間	六〇	四ヶ月間	九〇
二ヶ月間	七五	六ヶ月間	九五
三ヶ月間	八五	一ヶ年間	一〇〇

コンクリートの配合率を特に普通の二—四配合以上に上等にせよと指定してある場合には大抵設計者が平方吋に付六〇〇封度以上の大なる使用應力を基礎として計算してゐる場合であつてコンクリートの強度は之により増加してゐるのであるが其所要容積は減少してゐるのであることを

尙實地のコンクリート混練法のこととは末項に述べるが實際に正確な混水量を使用することが最も必要であること云ふことは充分注意ありたい。

理想的な所要混水量は混練材の性質、氣温状態、工事其の性質等により變化するから、精密嚴格には指定することは出来ぬものであるが、さりとて混合機受持の工夫が仕上りコンクリートの強度が餘り多量の水を用ひ過ぎるが爲に著しく減退し、おまけに餘り濕練コンクリートは種々の他の缺陷の表れる原因となり又無駄を出す原因となることなどは知つていないでも可いと云ふ筈は決してないのである。

鋼 鐵

以上でコンクリートの強度と安全使用應力のことを説明したので今度は補強の目的で使用してある鋼鐵筋のこゝを研究する。此鋼鐵筋材料は工事現場で製作するものでないから其品質に對する責任は職工長にはないのであるが鐵筋の組方法、挿入方法が最も肝腎であつて萬一設計通りを嚴重に守つてないに仕上り工事の強度が甚しく減却される處がある。

既に述べてある通り壓する力に對する抵抗力には絶大であるコンクリートは他方で引張る力に對する抵抗力が比較的弱いのであるから其目的でコンクリートの中へ鋼桿を挿入して引張る力即ち張力に對して必要なだけの抵抗力を有減却される處がある。

在てコンクリートの分量と比較してみると、補強鐵筋の分量が非常に少なく用ひてある理由なのである。尙此外にコンクリートの分量を便宜上制限して使用してある場合に其壓力抵抗を増加させる爲に補強鐵筋を使用することがある。其例を擧げてみると重荷重を支へている細い鐵筋コンクリート梁や柱や橋臺(ビヤ)の如きものが夫である。

此場合に鋼鐵の有つ壓力抵抗は張力に於けるに全じであつて、換言すれば鋼鐵を壓して破壊するに要する重量は其鋼鐵を引張つて引扭ぎるに要する重量と全じだけを要するのである。

斯る理由で此以外の理由を考へない場合に在ては鋼鐵が建築材料として頗る有用な材料であると云ふ譯なのである。鋼鐵をコンクリートと一緒に用ひ壓力に抵抗させる場合には其使用應力はコンクリートの應力とある關係を有つてくる一つの價値(強さ)に制限されて了ふ、此事は後に彈性(「エラスチシティ」)を云ふことを述べる際に説明することにする。

鋼鐵の品質を檢定試験するものに種々の方法があるが此種の仕事は現場に居る職工長の取扱ふべきことではなくて職工長は現場使用の目的で現場に送つて來た鋼鐵材料は信頼すべき品質のもので強さと云ふことに關しては設計者の要求條件に適合しているものと看做して可いのである。

たしめるのである、即ち補強せしめるのである。

鐵筋コンクリートの計算に於ては凡て張力に對するコンクリートの價値は全然無視してあつてコンクリートの張力に對する抵抗力は些しもみてない。

併し之を實際から云ふとコンクリートは張力に對しても多少の抵抗力を有つてゐるのであるが理論上で零であるを看做してゐるのであつて之れコンクリートは其自身丈單獨では完全に張力に對して働くことが出来兼ねるのであつて鋼鐵と結附いていれば應張力が動いた場合に補強鐵筋が役に立つて抵抗に耐えてくれるのである。

引張る力(張力)が働いた場合の普通の軟鋼の安全使用應力は平方吋に付一六〇〇〇封度(平方吋に付一二四・九一疋)と看做されてゐる。(註——市街地建築物法施行規則第二條、軟鋼の應壓力度及應張力度——平方吋に付一一五〇疋以下)而て其安全率は四となつてゐるから軟鋼の破壊強度は平方吋に付約六四〇〇〇封度(平方吋に付約四五〇〇疋)となる。(註——市街地建築物法施行規則第八及八二條參照——建物構造に使用する鐵材の品質は應張強度一平方吋に付三六〇〇疋以上云々)。

是からみれば軟鋼の引張る力に對する使用應力(應張力)はコンクリートに押壓する力が加はつた場合の使用應力(應壓力)の價値と比較してみると頗る大きな差違のある數字が表れて來るのであるが、是が即ち鐵筋コンクリートに

併し職工長の仕事としては其鋼鐵が鐵筋コンクリートの完全材料たる一部として工事仕上後に在て有効に其抵抗力を發揮せしめる爲に正確に使用されているか否か云ふことに氣を付けて行かなければならぬ。

混 凝 土 と 鋼 鐵 の 結 合

今迄述べたことは鐵筋コンクリートの鋼鐵は前述の如く比較的其強さが大であるが故に鐵筋コンクリートに要する鋼鐵量は頗る少量である、而て鋼鐵は一方又高價な材料であるが故に設計者は使用量を經濟的に考へて此種構造式に見込めるだけの最大利點を利用しようものさ假定して實際要求する量の中でも最少量を使用する手段を採る。

普通の簡單な鐵筋コンクリート梁であるに必要程度に張力に抵抗する鋼鐵の使用量は必要な程度に壓力に抵抗し且鋼鐵を保護するコンクリート量の僅に〇・六七五%だけに過ぎないのである。

換言すれば其鐵筋コンクリート梁のコンクリートの斷面積が一〇〇平方吋であれば其鋼鐵筋の斷面積は僅に〇・六七五平方吋だけで事足りるのである、尙進んで云へば鋼鐵

一平方時はコンクリート一四八平方時を充分に補強するこ
とが出来るのである。従て以上のこまから鉄筋コンクリ
ートに在ては鋼鐵の使用量は常に比較的少量なのであるから
正確な位置に挿入することが最も肝腎なのであると云ふこ
まが解る。

設計圖通りに正確に工事をする必要があると云ふことを
簡單に例を引いて示めす今厚さ一四吋×幅一〇吋の梁が
一本あり其指定補強鐵筋はコンクリートの面積の約〇・六
七五%に等しい徑「八分の五」吋の丸鋼三本とする。其を
假に此鐵筋三本の中の一本を誤つて挿入するこまを忘れた
とするこ其梁の強さは設計者が見込んだ強さの「三分の一」
に減じて了ふことになり又其梁が「スラブ」の重量が平方呎
に付七五封度で又上に加はる荷重が平方呎に付二二五封度
である倉庫の一部を支へるものとしたらば合計三〇〇封度
の荷重なるから此梁に過度の應力を働かせまいとするな
らば此荷重を「三分の一」だけ減じてやらなければならぬ
い。従て其安全總荷重を二〇〇封度に減じることになるが
「スラブ」の重量に變りはないから夫は永久平方呎に付七五
封度としておき上加はる安全荷重を怎うかしなければな
らぬ即ち此荷重を加へて二〇〇封度とすれば可いのである
から二〇〇より七五を減じて一二五即ち平方呎に付一二五
封度とすれば可い。

斯してみるこ一二五封度では非常に強度が不足したも

のが出来る。之に對して從來信頼するに足るべき職工長で
あれば全鐵筋が其位置に挿入されているかいないかを確め
ないで工事を完成させるものは必ずないと思ふが、設計圖
通りに補強鐵筋を挿入してない強さが不足するこ云ふ此
全じ原理は汎ゆる鐵筋コンクリートの部分にも全じく適用
されるこであつて今述べた例は説明を簡單にするが爲の
一例に過ぎないのである。

但し鐵筋コンクリートの補強鐵筋量がコンクリートの〇
・六七五%より稍以上に挿入してある場合は幾つもある
り又或場合の如きは殆んど一〇〇%に近く用ひられてあ
るこもあるが、夫でも鐵筋量はコンクリート量からみれ
ば未だ頗る僅であつて良好な設計と云へば確に規定の鐵筋
量が理論的に諸應力に抵抗するに必要なだけの最少量に止
めてあるものを云ふべきである。

既に普通の簡單な鐵筋コンクリート梁に在ては張力に備
へる爲に使用する鐵筋要量は壓力に備へる爲に要するコン
クリート量の僅かに〇・六七五%丈であるこ云ふことを述
べておいたが、尙茲に梁に彎曲率が働く場合に在ては應
力か應張力とは相互に等しく働くべき筈であつて又コンク
リートに對する鋼鐵筋の量の比は此等二材料の夫々の強さ
と配置方法の如何によつて定められるものである。

上述の如く應壓力と應張力とは等しい場合であるから壓
力と張力に對する抵抗力も亦等しくなければならぬ、即

ちコンクリートにても鐵筋にても餘分の力があつても無駄
であつて力が餘分にあつても行所がない譯で且此抵抗力の
弱い方が荷重を受けて屈して了つてからは既に其力が餘つ
ていても何にもならないからである。

弾 性

コンクリートと鋼鐵筋の結合を云ふこ
まを尙進んで説明するに方り其前に豫め
此材料の「彈性」(「エラスチシティ」)
就て多少説明をしておくと便利であるこ
思ふ。

構造設計に用ひた場合の「彈性」を云ふ語は簡單な文句
で稍説明し苦い語であるが其大體の原理を夫を導く理論だ
けを把むこまが出来れば其程度で事足りるこ思ふ。

彈性とは普通考へるある一材料を延せるこまが出来る分
量だけを云ふのではなくして寧ろ荷重や力が加はつて其材
料が歪ませられた場合に其現狀に復する力を云ふのである
今假にゴム片を引張つたり壓したりして放すこ即座に原
狀に戻つて了ふが之はゴムの彈性が大であるが故である。
又四封度もの鉛板片を同様に引張つたり壓したりして
も原狀へは戻らぬが之は其彈性が小であるからによる。

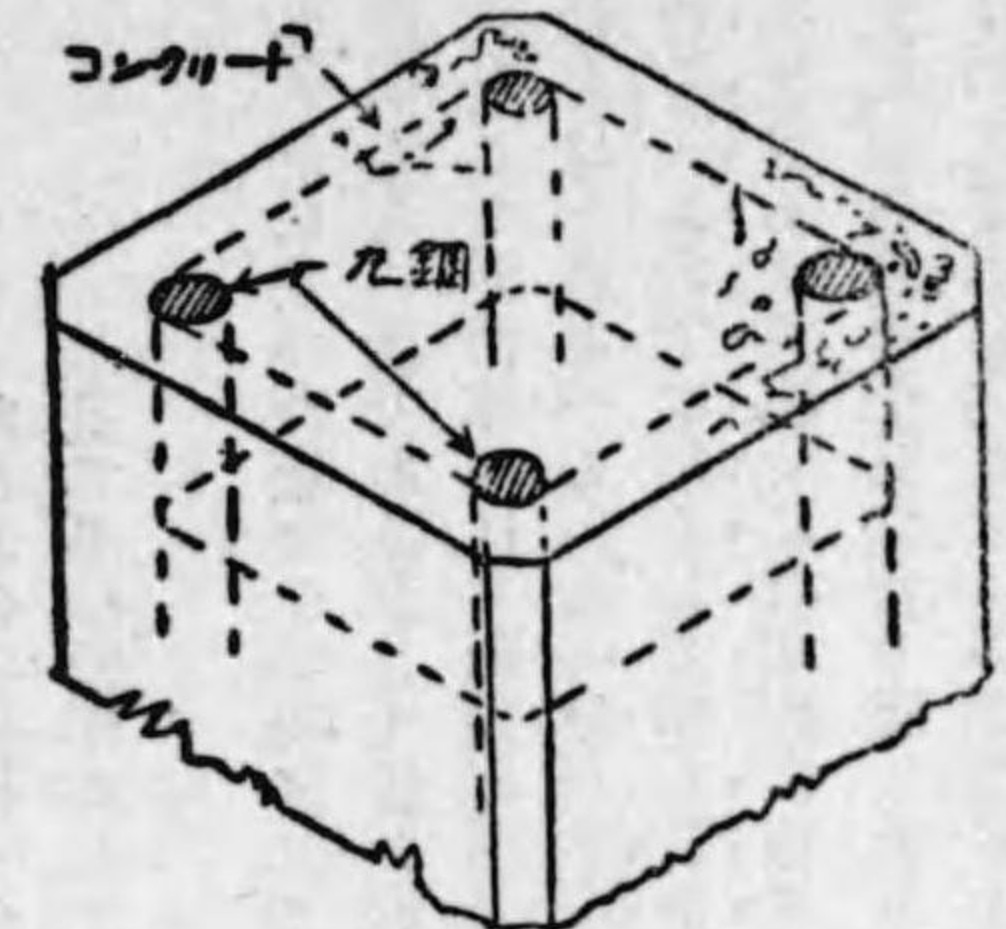
斯の如くに應力の働が終るこ各々其原狀へ戻る力は材料
により著しく異なるもので、又材料が力が加はつて歪み其力
が取除かれても尙其原狀に戻らない場合を稱して其材料が
永久變形(「パーマネント、セット」)をしたこ云ひ、換言す

れば其材料は一の新形態に變形して了つたのである。怎麼
材料でも其破壊荷重に近い程の荷重を加へると應力が働い
て永久變形を生ぜんこする程度に行くが各材料には夫々前
述の「安全應力」を云ふものが定めてあるから破壊まで行
かず單に歪みを起す程度で荷重が加はるこを止められ
る。斯く各材料毎に彈性限度(「エラスチック、リミット」)
稱する各々彈性の範圍が定めてあるので即ち材料に何等測
り知りうる程度の永久變形をも起させないで其材料に働か
せるこまの出来る最大應力を平方吋で表したものが彈性限
度なのである。

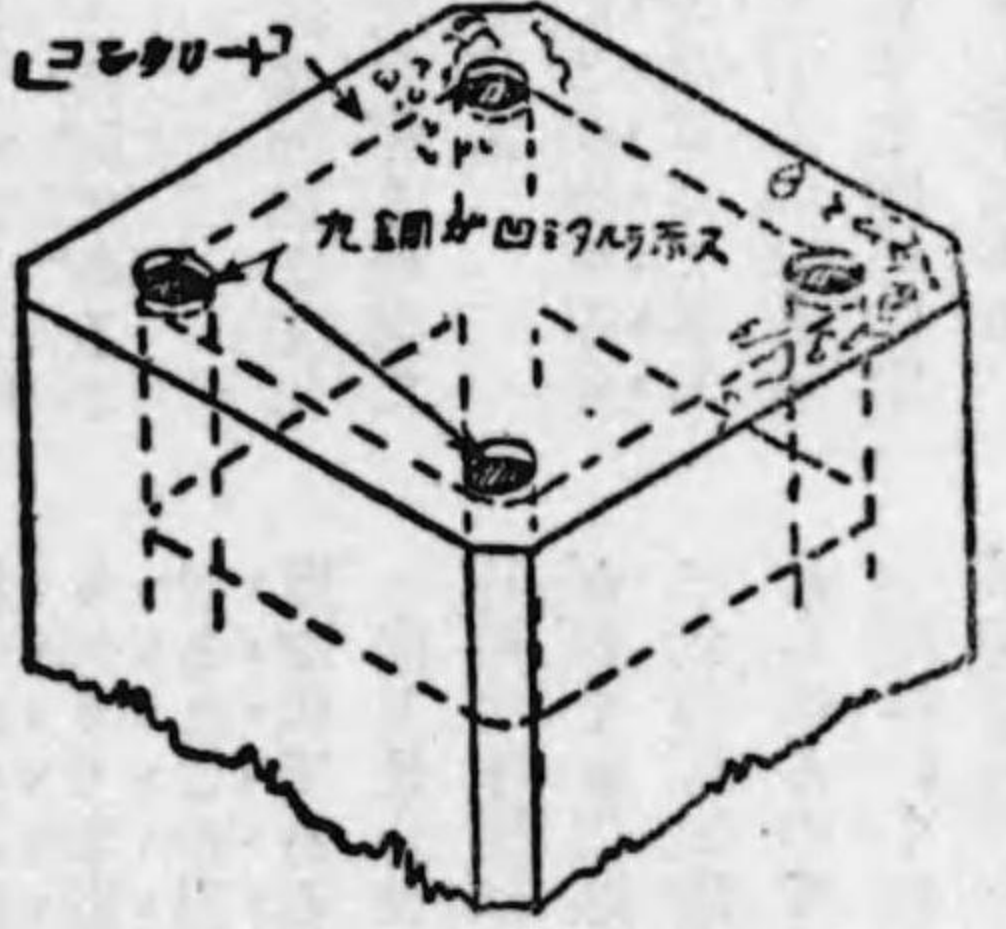
従て此彈性限度に達するこ其材料は破壊し始めるもので
其破壊作用は不定であつて、眞の安全率は前に述べてある
が如く使用應力と破壊強度間の比ではなくて寧ろ使用應力
と此彈性限度との比なのであるこ云ふのは此理由から説明
せられるのである。

斯の如く普通の軟鋼の場合に在ては其彈性限度は其破壊
強度の約半分に過ぎない即ち普通使用荷重の約二倍である
従て鐵骨建築と鐵筋コンクリート構造の眞の安全率は僅
に約二であつて、萬一其實荷重が規定してある使用荷重の
二倍以上であるとすると鋼鐵は永久的な變形を生じてあ
ろうから一旦斯く力に負け始めて來たらば此鋼鐵はもう確
實性を失ひ當にするこまが出来なくなつて來る。
既に述べたこまでコンクリートと鋼鐵の彈性限度は著し

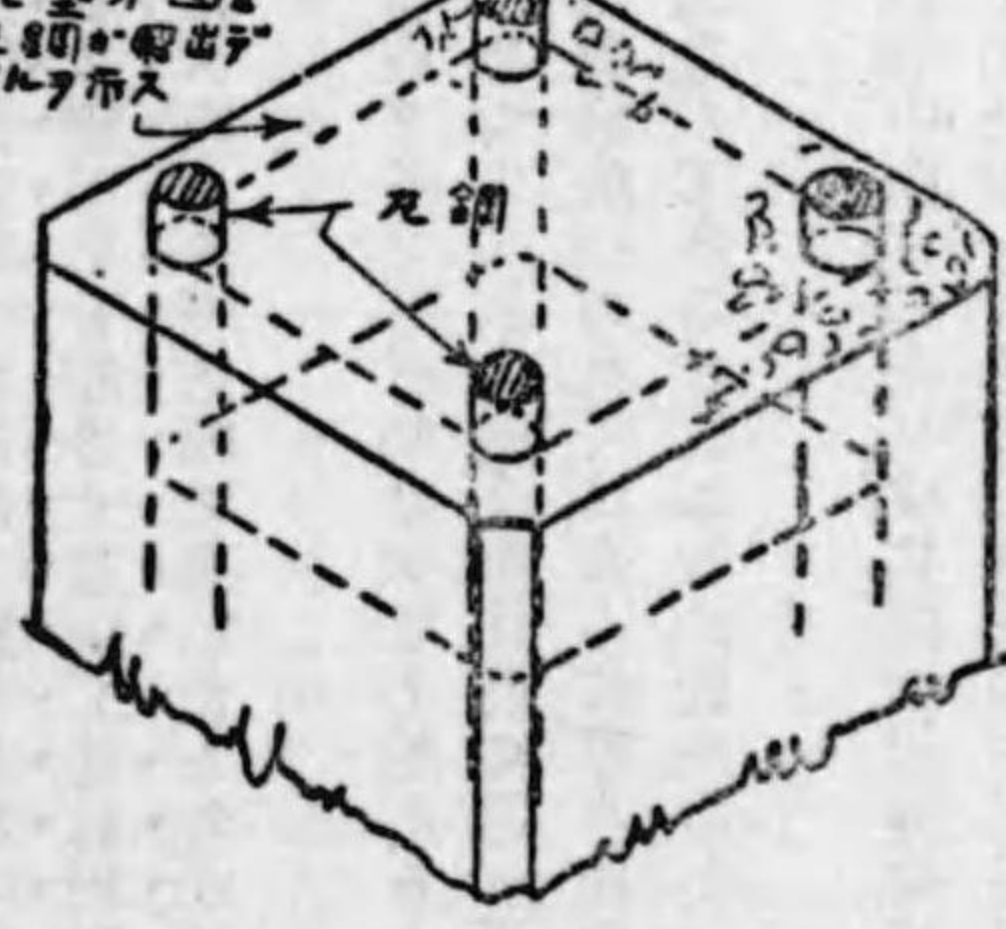
く異つたものであつて又コンクリートの弾性限度は鋼鐵の弾性限度より遙に低いものである云ふことが解る。大體的に云ふと鋼鐵の弾性はコンクリートの一五倍であつて之が最も重要な點であつて此二材料を共に作用させる様に設計する場合に此差を考慮して設計をせなければならぬのである。



第一七番



第一八番



第一九番

くなる程度に強く荷重が加はつたものと假定すると、もし此二材料が相共に關聯して作用しているものとすれば全體の荷重を怎ちかの一材料だけで耐へるのでないからコンクリートと鋼鐵が共に同じ程度に短くならなければならない。此場合にももしも鋼鐵が短く壓縮されるにはコンクリートが短く壓縮されるよりも一五倍の應力が働くことを要する

註一市街地建築物施行規則第三百三條一鐵筋コンクリート構造の強度計算に於ては鐵とコンクリートとの彈率比を一五と爲すべし。

一例を擧げるに「第一七圖」に示すが如くコンクリート柱に四本の垂直丸鋼を挿入し補強してあるとする場合に此二材料即ちコンクリート補強鐵筋が一吋が壓縮されて短

ものミすれば鋼鐵筋の使用應力はコンクリート使用應力の一五倍であると看做しておかなければならぬ。前述の如くコンクリートの使用應力は平方吋に付六〇〇封度ミ看做してあるから從て鋼鐵筋に對する許容使用應力は $600 \times 15 = 9000$ 即ち平方吋に付九千封度以下ミ看做さなければならぬ。

然るに軟鋼は平方吋に付一六〇〇封度(平方糎に付一二四・九一疋)の壓力に安全に抵抗しうるものなのであるが既に述べたるが如く軟鋼をコンクリートと共に使用する場合に在ては上記の一六〇〇封度なる價值は此二材料の關係から制限される、前に述べたのは此點なのである。例を擧げるに今「第十七圖」に示してある鐵筋コンクリート柱の鐵筋に平方吋に付一六〇〇封度の應力が働くものと假定すると此鐵筋の使用應力はコンクリート使用應力の一五倍以上となるが故に、もし斯る場合ありとするに鐵筋はコンクリートより大なる荷重を受けて短くなること恰も「第一八圖」に示した状態になつて了ふのであらうが勿論之は明にありうべからざることであつて鐵筋はコンクリート面に現れていないのであるから絶對に荷重に接する筈がないのである。

從てコンクリートの安全荷重を越えて了はないでは鐵筋に平方吋に付一六〇〇封度の應力が働く程度に到達しないのであるからコンクリートの安全荷重を越えぬ間は勿論一六〇〇封度の應力が働く筈がない。

茲て亦此設計に關して一五倍ミ云ふ比を持出す必要が起つて來る、即ちコンクリートに働く應力の一五倍以下の應力が鐵筋に働くミ云ふことは取も直さずコンクリートの方が鐵筋以下に短くなるべきことなるから鐵筋がコンクリート面に突出でること恰も「第一九圖」に示すが如くにな

り、勿論斯ることは此鐵筋コンクリート柱の全面に亘り荷重が加はつてゐるものとすれば無論有りうべからざることであらう。

以上の説明は鐵筋コンクリートに於ては此二材料を相共に作用せしめる爲には如何に設計すべきや即ちコンクリートの強さを無視して鐵筋に全荷重を支へしめる程度に豊富に鐵筋を挿入することは要するに確に不經濟であると云ふことを解らしめるが爲に説き示したに過ぎないのである。補強鐵筋が使用してある梁に於けるが如きある二、三特別の場合では壓力に抵抗するコンクリートの強さを無視して設計するが理論上では此場合にコンクリートに荷重を加へるに破壊することもあるが複鐵筋があるので其梁の強さは影響を蒙らないものと看做してあるのである。

鐵筋の弾性を測る比(彈率「エラスチック・モデュラス」)を一五ミ看做すのは普通設計の計算をする場合に用ふる比であつて、もしコンクリートが特別配合のものであるとするに此比率も變へて行かなければならない(市街地建築物法施行規則第三百三條)。

以上の鐵筋コンクリートの弾性の説明は廣く且嚴格に専門的に全般に亘つて説明したものと云はれてはならぬ、此問題に就ては説明することは未だ澤山あるが以上は只大體の觀念を述べておいたに過ぎぬのであると承知して貰いたい。

應 剪 抵抗力

さて以上で大體に壓力ミ張力に對する
コンクリートと鐵筋の使用應力(實用應
力ミも云ふ)のこゝの説明を終つたので
あるが、未だ剪力のこゝは一つも説明し
てないから今度は夫を説明することにす。
「ロンドン、カウンティ、カウンシル」規則ではコンクリ
ートの應力は其壓力に對する使用應力の「一〇分の一」
を越ゆるべからず規定してあるから、此コンクリートの
壓力に對する使用應力は大體に平方吋に付六〇〇封度ミ看
做されているからコンクリートの剪力に對する使用應力は
大體に平方吋に付六〇封度(平方吋に付四・二二疋)ミなる

註一市街地建築物法施工規則第百二條抜
一〇二四普通コンクリートの應剪力一平方吋に付
四・五疋以下
一〇二四鐵筋コンクリートの應剪力一平方吋に付
九・〇疋以下

(主筋を横斷する面に對しては)

一〇三六普通コンクリートの應剪力一平方吋に付
三・〇疋以下

大多數の單筋補強コンクリート梁に在ては其コンクリ
ト量は其以上鐵筋を理論上からは用ひないでも剪力は必要
な抵抗力を充分に有するものであるが設計上では大抵應剪
抵抗力ミして支持材に近く數本の鐵筋を挿入し夫を利用す

るのが普通なのである、之れ最大剪力作用は常に此支持材
に近く働くもので又等布荷重の場合に在ては剪力作用は徑
間の中心に近づくに従て漸次減少するもので徑間の中心に
於ては剪力作用は「ゼロ」なのである。

之れが爲め支持材に近づくに従て段々間隔を少くして鐵
筋(スターラプス)や其他の應剪力抵抗力を多く用ひるこ
と梁の中心に於ける以上にする理由なのであつて、又主鐵
筋の中で上方へ弓形に彎曲させたものが使つてある理由な
のである。

此後段のこゝの説明は少し詳しくせねばならぬが夫は
後に譲ることにす。

普通の軟鋼の剪力に對する使用應力は平方吋に付一二〇
〇封度(平方吋に付八四三・六八疋)ミ限定されている(註
一市街地建築物法施工規則第百二條軟鋼の應剪力一平方吋
に付七五〇疋以下)ので又彈性ミ云ふ問題は此場合にコン
クリートミ鐵筋の二材料が相共に作用することに影響を及
さぬものであつて之れ即ち剪力作用は移動る作用であるが
鋼鐵筋がコンクリートの中を通じて挿入されている場合に
は此鋼鐵筋が補強ミなつて假令へコンクリートが破壊して
も鐵筋の連鎖が此剪力作用の爲に切斷されない限りコンク
リートは移動らないこゝ既に剪力を説明した場合に述べた
ことから察しられる通りである。

此場合に鐵筋コンクリートの鐵筋は「第九圖」に示して

ある駄柄ミ同じ様な効用をするのであつて、又垂直の鐵筋
(「スチール、スターラプス」)を用ひてある場合には「第一一
一圖」に示してある四枚の板を「ボルト」止めしてあ
るミ同じ作用をするのであつて四枚の板は水平に働く剪力
で切斷されて了へばコンクリートは移動るが切斷されない
間は決して各々板は移動らないのである。
應剪力の程度に差違があること及夫に對して必要な抵
抗設備ミ云ふ此二問題に對しては追つて後段に桁梁のこと
を述べる場合に譲ることにす。

混凝土と

鐵筋との

密 着

コンクリートが鋼鐵筋と密着する力即
ちコンクリートの鐵筋を把持する力(「グ
リップ」)は此二材料が相共に働き作用する
ものである以上最も肝腎の點であると云
ふことは明であつて、萬一此附着を誤れば鋼鐵筋はコンク
リートの中で移動るから從て夫に對して必要な抵抗力を發
揮することが出来なくなる。

コンクリートは補強鋼鐵に附着即ち粘着し抵抗力を出し
ていながら鐵筋を其位置に維持させるのであるから此二者
間の接合が充分強くて鐵筋の應張力が働いて伸びたり又は
コンクリートの應壓力が働いて押壓されたりした場合に生
じ易き二者の離れ様ミする作用に耐へなければならぬ
である。

實地設計に方つてはコンクリートミ接觸する鐵筋面一平

方吋に付一〇〇封度(平方吋に付七・〇三疋)の附着力を有
するものとして計算する、但し丸鋼の兩端が鈎狀(「フツ
ク」型)に曲げてあるか又は其他の方法を以て適當コンク
リート中に丸鋼が定着する方法を用ひある場合は此限にあら
ずミしてある。

註一市街地建築物法施工規則

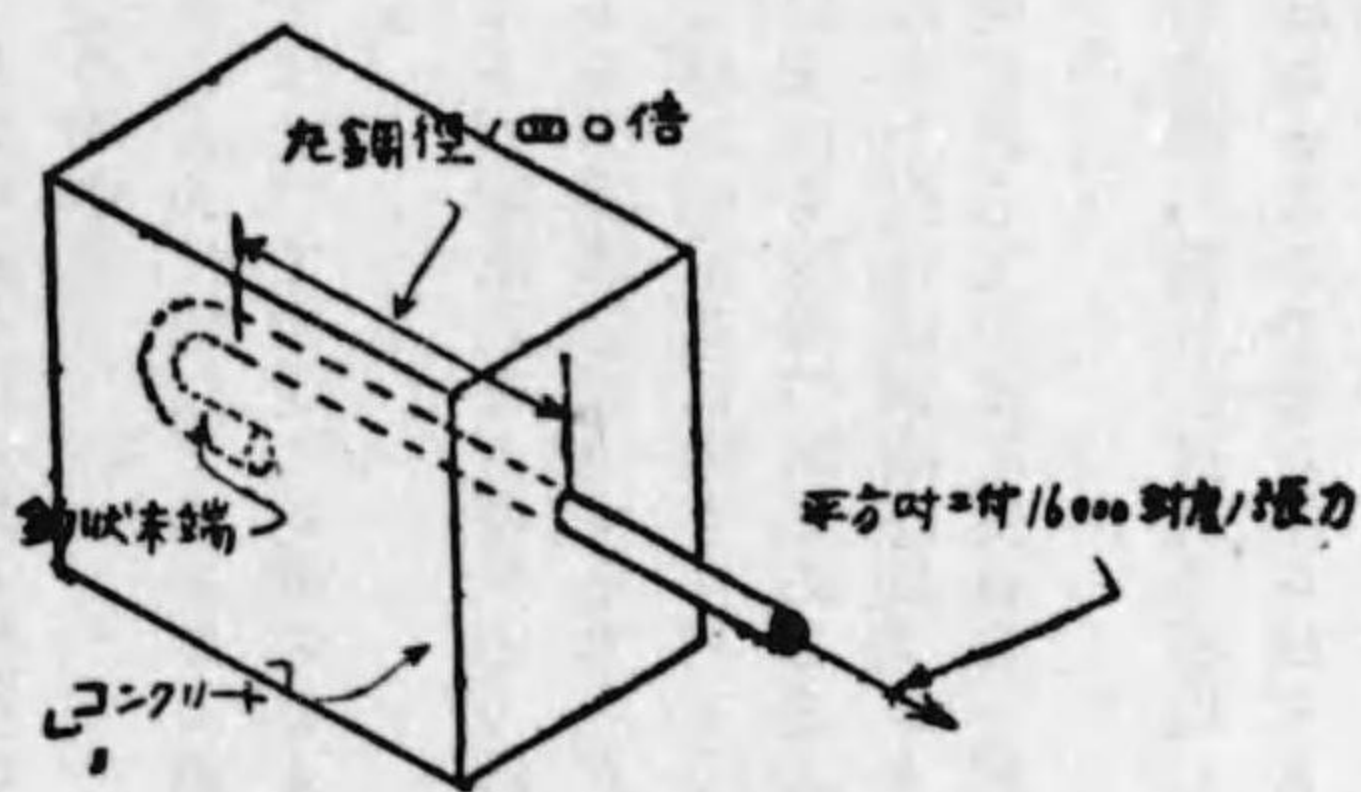
第百四條一鐵筋コンクリート構造の強度計算に於ける
應剪度は一平方吋に付七疋を超過すべからず、但し異
形鐵筋を使用する場合に在りては其形狀により地方長
官の許可を受け之を一〇疋迄ミ爲すことを得

コンクリートミの接觸面積は丸鋼の直徑及長さにより定
められるものであつて之に對しては計算上簡單な規則が出
來て來ている即ち鐵筋がコンクリートから脱離せず又はコ
ンクリート中に埋められながら移動られずして平方吋に付
一六〇〇封度(平方吋に付一二四・九二疋)の抵抗力を
生ぜしめるには其一端が鈎狀に曲げあるものとして其直線
部の長さを、直徑の最低四〇倍以上コンクリートミ密着せ
いむべしと云ふのである。

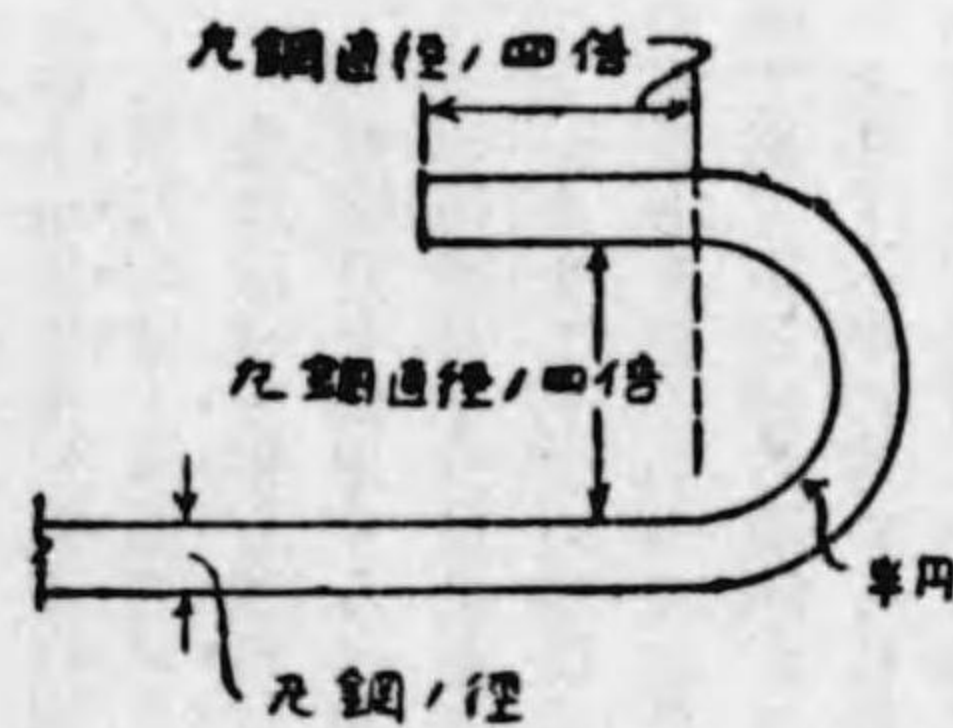
之を數字的に説明するミ徑半吋の丸鋼を鐵筋ミして挿入
する場合に此丸鋼の一端が鈎狀に曲げてある場合に其直
線狀の部分の長さが半吋の四〇倍即ち二〇吋コンクリート
に附着していなければならぬミ云ふこゝなのである。
「第二〇圖」は此説明圖であつて規定の長さ即二〇吋だけ

コンクリート、ブロック中に丸鋼を埋込んだものであるが斯くしておけば此丸鋼の面積の平方時に付一六〇〇〇封度(平方種に付一一二四・九一疋)に等しい力で此丸鋼を引張つても(乃至は押ししても)此丸鋼がコンクリート、ブロックから脱離しないし又は丸鋼とコンクリートは怎麼ことがあつても離れることはないのである。

以上述べた如くにコンクリートに鋼鉄筋の密着を云ふことはしかく肝腎のことであるが故に職工たるものは須く施工に直面しては補強鐵筋面に泥土、塵芥其他の附着物が固着してゐぬ様に注意する必要がある。又使用前永く現場で露天に露されてゐると鐵筋面が甚しく錆びて剝離し易き鱗狀錆を生じて来るが此等は甚しく密着を害するから其等がなにかを充分注意する必要があるが最も大切である云ふことが解る、但し極て僅かの程度に錆を生じて鐵筋面の滑面が失はれ粗面を呈していることは害にならぬものであつて却つて



第二〇番



第二一番

滑面であるよりもコンクリートに鐵筋の密着の度を強くするものであるが、前に述べた鱗狀錆は些しでもあつたら絶對的に「針金刷子」で取り去つておかぬと鐵筋面に剝離し易い一枚の被膜が出来るとなつて之が爲め折角の密着が害されることになるから充分注意しておかなければならぬ。尙此鐵筋とコンクリートの密着程度が如何に大切であるか云ふとは殊にコンクリートに充分鐵筋を密着させる目的で鐵筋面に尖出や凹み箇所を工夫した種々の型式のものを使用されてゐる云ふことを示せば尙更ら瞭然と解るであらうと思ふ。

此等の凸凹の出来てゐる鐵筋は變形鋼棒又は異形鐵筋(「デフォームド、バー」)と總括して呼ばれてゐるのであつて各々特長があつてコンクリートの力學上の密着を有するものとせられてゐる、(市街建築物法施行規則第四百條)。

コンクリートに鐵筋の附着が重要なものでないならば斯の如くに補強鐵筋に特別な型式のものが多數需要がある筈がないことからも附着云ふことが如何に重要であるか解るのである。

コンクリートに鐵筋の密着を完全にするには鐵筋が前述べてある通りに附着物がなくて清淨で又コンクリートが密な良好配合のものであるかないかにより大に差ふから此等二者は工事監督を厳密にしてさへあれば其目的は達せられるものである。

鐵筋の兩末端を鈎狀に曲げて、他の方法で碇着してある場合には密着直線部の長さを鐵筋直徑の最低六十七倍まで増加させなければならぬ、即ち之を尙説明してみると直徑半吋の丸鋼を使用した場合其先端を鈎狀に曲げてなければ其密着部の長さは鐵筋の強さを安全に出させる爲には最低三三・五吋なければならぬ云ふことである(註一市街建築物法施行規則第八十九條)。

併し大抵の場合に其端を鈎狀に曲げて使用することが普通に行はれ、之は現場で機械で曲げるのであるから此曲げる方法を大體に知つておかなければならない。

鐵筋の曲げ方法で大體に知つておかなければならぬことは曲線の内部直徑が鐵筋直徑の最低四倍に等しくあること、又曲線末端外の直線部の長さも鐵筋直徑の最低四倍に等しくしておかなければならぬと云ふことである。之は「第二一

圖一に示してある。又一鐵筋端が他の主補強鐵筋に巻付けてある、すなはち其鈎狀部の内部直徑は主鐵筋の太さと等しくせしめ合致さ適ふ様にしておく方法を探つても可い。

中立軸

此「中立軸」又は「中軸線」云ふ語の意味を知つておくことは鐵筋コンクリート工事監督の任にある人に採つては頗る肝腎なことである。

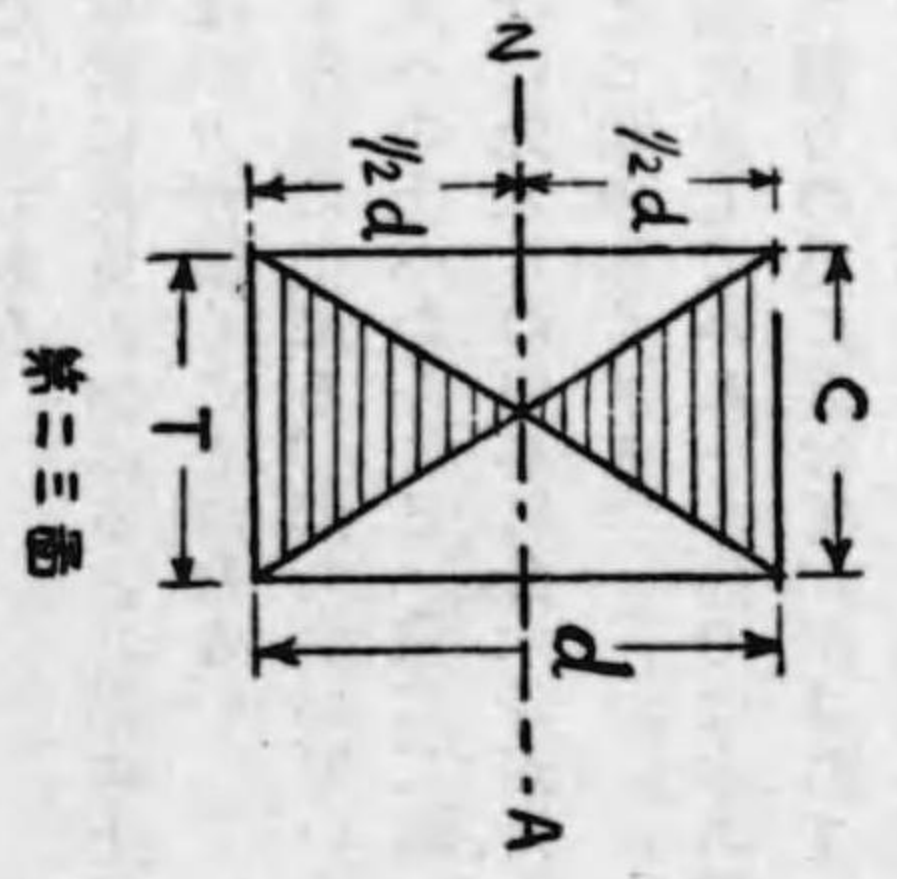
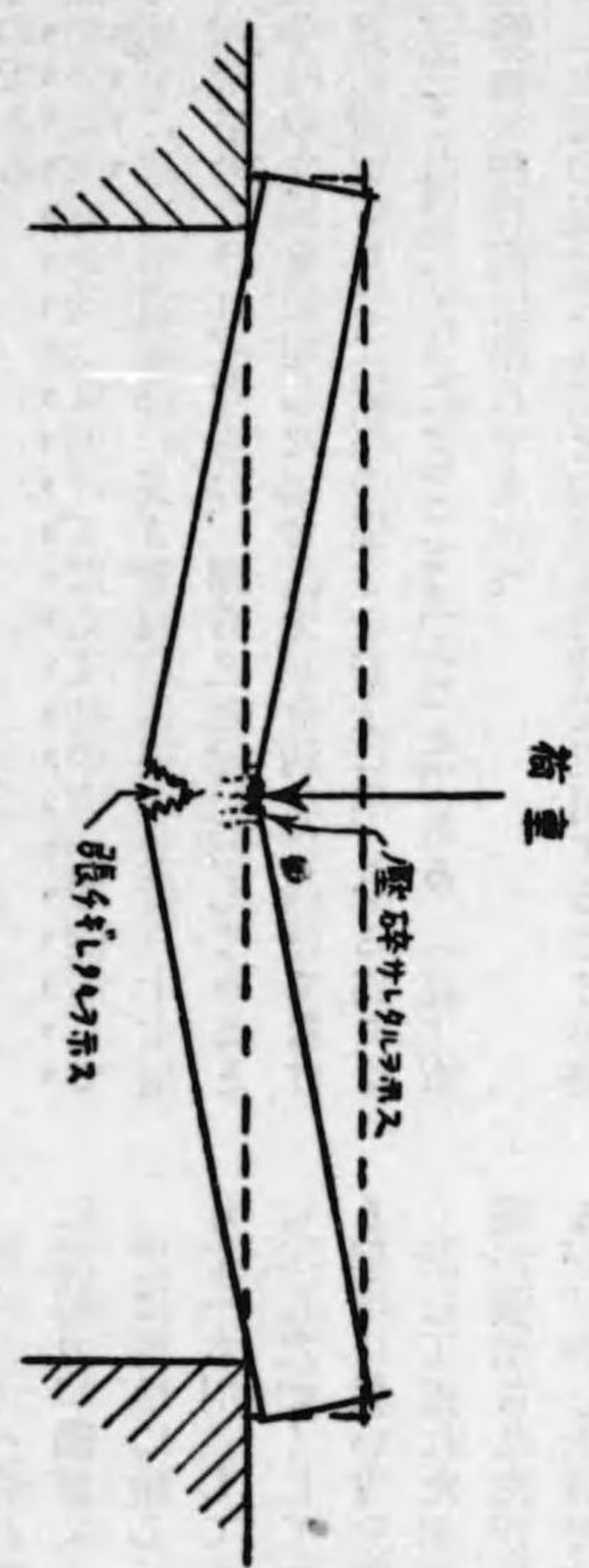
兩端が支へられてゐる單梁に荷重が加はると其梁の上面には壓力が働き又下面には張力が働くことになる。

之は實地に驗してみても容易に出来る、即ち細い厚い木片を一本用意して兩端の支への上へおくこと「第二二圖」に示した如くしておき、次に此木片の中心に此木片が折れる程度に強い力を加へること圖の如くする。

斯して折れた木片を仔細に驗してみると下面では木の纖維が張切られたが爲に即ち張力の爲に裂けて切斷されてゐるが、併し上面では壓縮する力(即ち壓力)で纖維が碎かれてゐるだけで切斷とまで行つていないことが解る。

さて、斯く前記單梁に荷重が加はつた場合に梁の上面に壓力が加はつて其處が壓碎されたか又は壓縮され又下面には張力が加はつて彎曲作用が働き切斷されたか又は引張り伸ばされたりする、すなはち此壓力と張力が加はる中間に壓力が段々と減じ零となり、張力が段々と減じて零となるあ

る點か線があるものと想像せられる、此線上では兩方が零となつてゐるのであるから何の應力も働かう筈がない、即ち壓力も張力も働いていない譯である。
 壓力も張力も働かないから中立である、此線を稱して「中立軸」云ひ又此中立軸がある層を假想して中立層（「ニュートラル、レイヤー」）と稱するのである。



意味なのである。此應壓力から應張力に移る作用は梁の全厚さに亘つて漸次に働くものであつて上面の纖維には最大應壓力が働き、其點から漸次下面に向ふ程應壓力が段々減少して行き遂に中立層に達して應壓力は全く零となる。又下面の纖維には最大應張力が働き上方に向ふに従て段々減少して行き遂に中立層に達し應力は零となる。

但し此場合應剪力と云ふ問題は別に説明しない説明が纏れて複雑になる虞があるので現在では考へぬこととしておく。

此中立軸のある位置は應壓力から應張力に移る位置に全く關係するものであつて中立と云ふ語は應壓力と應張力の此二つの作用に關した場合の常に中立と云ふことを表はす

既に述べた如く一本の梁に荷重が加はつた場合には其應壓力の量と應張力の量は相等しいのであるから従て其梁の断面が矩形を爲したるものであつて且又其梁が壓力と張力の作用に對し平方時に付同じ抵抗力を有する材料で出来ているものすれば此場合に其中立層は梁の厚さの中心に起るべき筈である。

以上のことを示したのが「第二三圖」であつて同圖のNA線で示したのが中立軸の位置を想像したものであつて梁の厚さdの上、下面から丁度真半分的位置に位してゐる。

最も應力の働が大である上面と下面から又應力が零である中立軸に至る應力の漸次差違が出来ることを並行水平線を引いた部分で表はし何處でも可いからある點上に於ける此水平線の長さが其點に於ける應力比（「リレティヴ、ストレス」）を表はすものである。

此中立層の位置を知つておくことが如何に必要であるか云ふことは例令ば梁に孔を穿つ必要が起る場合があるとする。其梁の中立軸が起る位置を知つて其處に孔を穿つても其梁は何等強さを減じる程に感じない位であるが、萬一此線を外れて梁の上面か乃至は下面に偏よるこゝがあるとしたらば其梁の其断面に最大抵抗が必要であつても其中立軸を外れて鑿孔されたが爲に著しく抵抗力が減退されてゐるのである。

併し前記の場合に於て夫が鐵筋コンクリートであるとするこゝ之は又種々條件が異つて来るのであつて、之れ其理由として二つの異つた抵抗力を有する材料（即ちコンクリート鐵筋）で出来てゐるが爲であつて此事は此語の説明が済んだ上で解くこゝにする。

梁木を他の梁木に繼ぐ場合に兩柄（「オールド、タスク、テン、ジョイント」）の形とする理由は即ち之が爲であつて

其一本の梁木の中央を刳抜くこゝは前記の應力の差違を知つてゐるからであつて又中立層の位置があるこゝを知るが爲である云ふこゝが解る。

應力の働に差違がある云ふことは此例以外に梁に荷重を加へて夫が爲に其梁が著しく屈曲即ち彎曲した場合作を想像してみても説明がつく（第二四圖）。本圖では梁の彎曲程度を著しく殊に誇大に圖解してゐるのは梁の上面に壓力が加はつて其面が縮少され又梁の下面には張力が加はつて其面が伸張されたのを解り易く説明せんが爲殊にさうしたのであつて要するに梁は其形になるこゝの一部分を看做しうるのであるからC-Cの長さはT-Tの長さより短いと云ふこゝは明瞭である、又荷重が加はる前後に此梁の寸法を測つたとすると梁の全長NAは不變であるがCCは前より短くなり又T-Tの長さは前よりも長く伸びてゐる譯である。荷重が加はつてもNAの長さが何故伸張してゐないか云ふこゝ之れNAは中立軸の存在すべき位置であつて即ち中立層をなしてゐるのであるから従て此線の横切る點に於ては何處にでも應力は働いてゐないからである今「第二五圖」に示せるが如く梁の中心で其上下二面にX、X'及Y、Y'と記入するのこゝに此各X、Y及X'、Y'線を並行にさせる爲にX、X'の距離をY、Y'の距離を等しくさせておき然る後に荷重を加へて彎曲させて見ると必ずや此二線は並行しなくなる

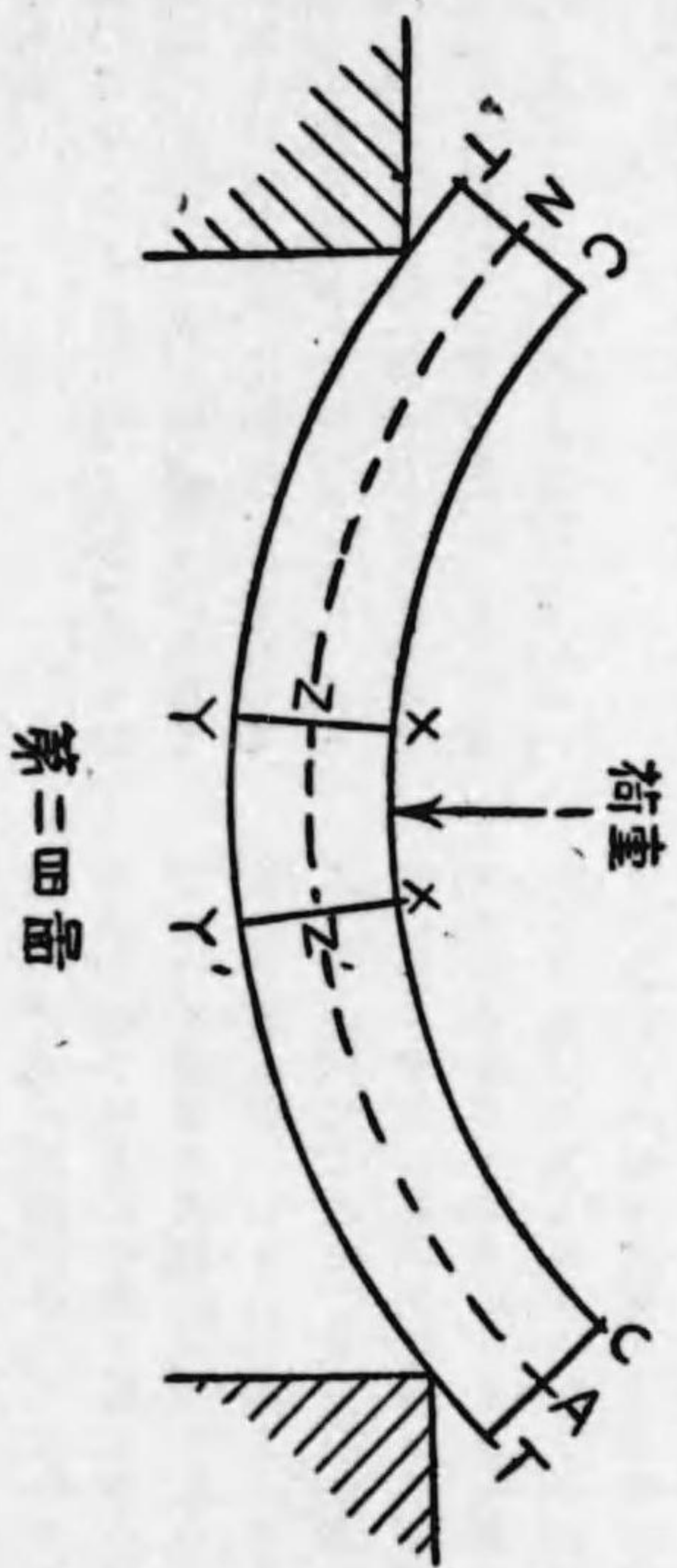
ことが解る、之れ此二並行線は此梁を弧とする處の圓を畫

いた 其中心から書いた副射線に重なることになるからである。

但し此場合に於て此 XY 及 X'Y' の二線が中立軸と交はるる仮定する二点 Z、Z' 上に引いた線 Z-Z' の距離は不変であるべき筈である。

上記の變化を擴大して示してみたのが「第二六圖」であつて今、Z、Z' の點上を横切つて圖の如く並行線二本を引く上下面に並行な數本の線に長短の差違が出来ることが之は取も直さず應力の差違を示したものであつて上下面から中立軸に至るに從て漸次に長短が出来ること「二三圖」に説明した如くである。

以上述べた説明で解つた通り中立軸即ち中立層の存在する位置には壓力も乃至は張力も働かぬものであつて、普通の平展鋼「ジョイスト」(「ブレン、ロールド、スチール、ジョイスト」)である場合には其厚さの中心點に存在すべき筈である。



第二六圖

又夫が鐵筋コンクリート梁の場合であると中立軸は存在する、但し其中立軸の位置が大抵其梁の厚さの中心點になりこむことになる、之れ其理由はコンクリートに鐵筋は異つた材料であるので從て其強度も乃至は又彈性價値も異つたものであるからなのである。

前にも述べたることから察しられる如く此鐵筋コンクリートの上面を荷重が加はつて壓縮させる作用と下面を伸張させる作用とは此梁の中立軸上に在ては零となる、而又中立軸を上下に遠ざかるに從て上記二作用が段々増加して行く。而て此梁の抵抗力は其應力の働に等しくなければならぬのであるから從て經濟的にしやうと思へば其抵抗力をして其強さを充分發揮させる爲に應力の働が最大である點に使用集中させるとが可いのである、之れ梁の材料は中立軸近くに在ては最大の働をさせられる様なことではないと云ふ理論に基いているのである。

其實例を引いて見みるに今何人でも建築工事に使用して

ある展鋼「ジョイスト」の断面を見れば解るが「ジョイスト」の鋼鐵部分は主として突縁「フランジ」の方へ用ひてあつて出来るだけ其中立軸を遠ざかる様にしてある。

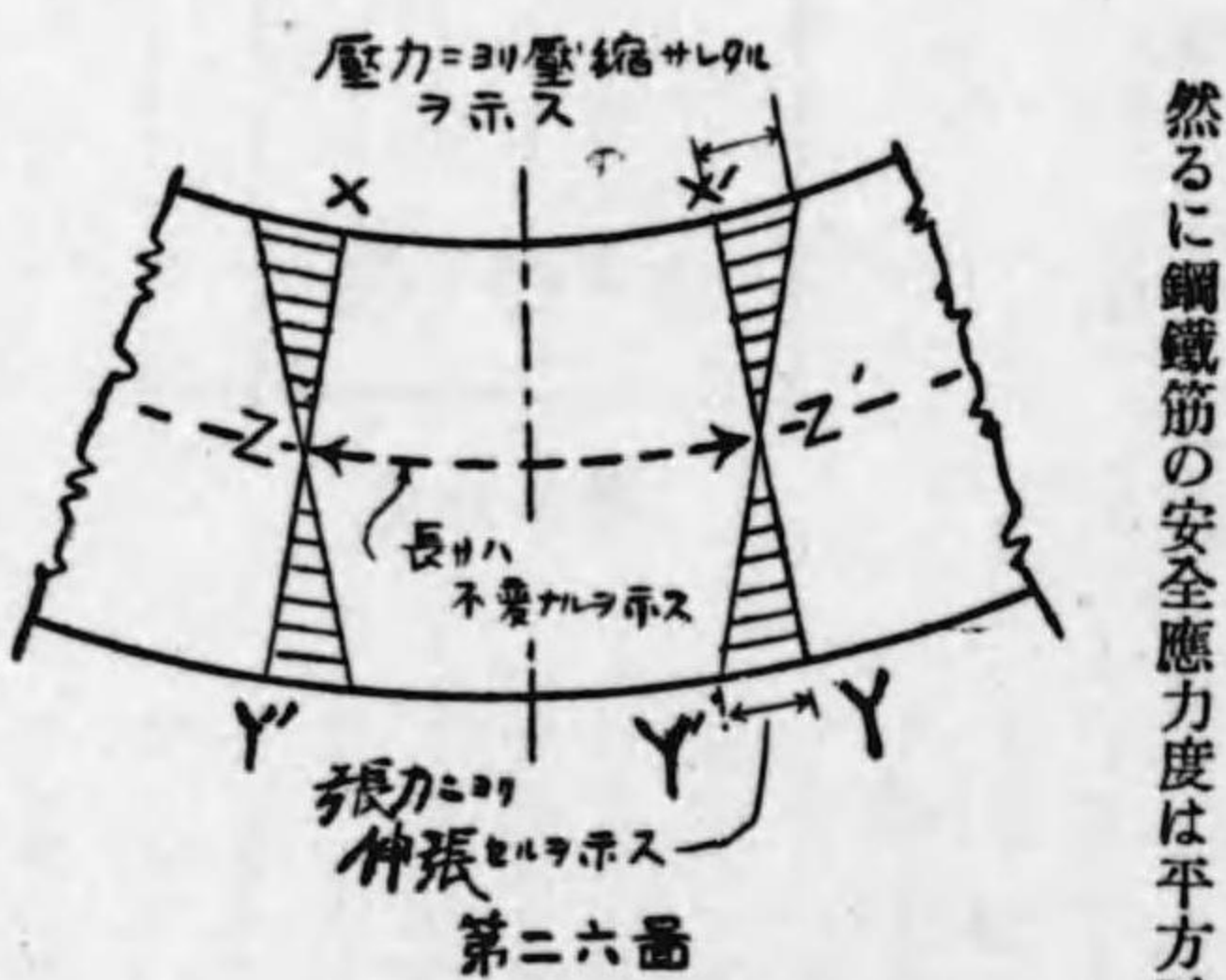
又鐵筋コンクリート單梁をみると鐵筋は出来るだけ中立軸を離れて下面に挿入してあるのであるが、斯しておかぬと鐵筋材料が無駄に澤山要るからなのである。

却説荷重を加へられてゐる梁に働く應壓力と應張力とは其働く量が相互に等しいものであると云ふことの説明が漸く茲で附いた譯である。而て之が眞理だとするに張力に對する抵抗力も亦等しかるべき筈である。然るにコンクリートの最大安全抵抗力は既述の如く平方吋に付六〇〇封度(平方吋に付四二・一八呎)以下と限定されてゐるのであるから、今鐵筋を挿入するのに其位置をコンクリートに鐵筋が中立軸から同じ距離にある



第二五圖

ものとしたらば鐵筋が出しうる最大抵抗力は既述の如く兩者の彈率の差をみて $600 \times 15 = 9000$ 、即ち鐵筋は其使用量が少いにも係らず平方吋に付僅に九千封度しかないことになる。



第二六圖

然るに鋼鐵筋の安全應力度は平方吋に付一六〇〇封度(平方吋に付一四・九一呎)まで許されてゐるのであるから且又中立軸は梁の上表面に偏つて存在するのであるから從て鐵筋上に働く應力は増加してもコンクリート上に過重な應力が働かずに済んでコンクリートは安全なのである。

鐵筋コンクリート梁の正確な中立軸の位置は一々設計者が計算するものであつて、コンクリートの厚さ、コンクリートの安全應力度、鐵筋安全應力度、コンクリートに對する鐵筋の割合、及コンクリートに鐵筋の彈率比に依て各々異なるものである。今此等の計算法を説明することは本書の範圍外に屬するから

此邊で止めておくが但し知つておくべきことは、鉄筋コンクリート単梁の場合に於て、鉄筋量を經濟的に使用してある場合には中立軸の位置は梁の上表面から $0.36d$ の位置にあるものとする、之を簡略して大體に d として計算する、但し其場合の d は梁の厚さを吋で表はしたものである。

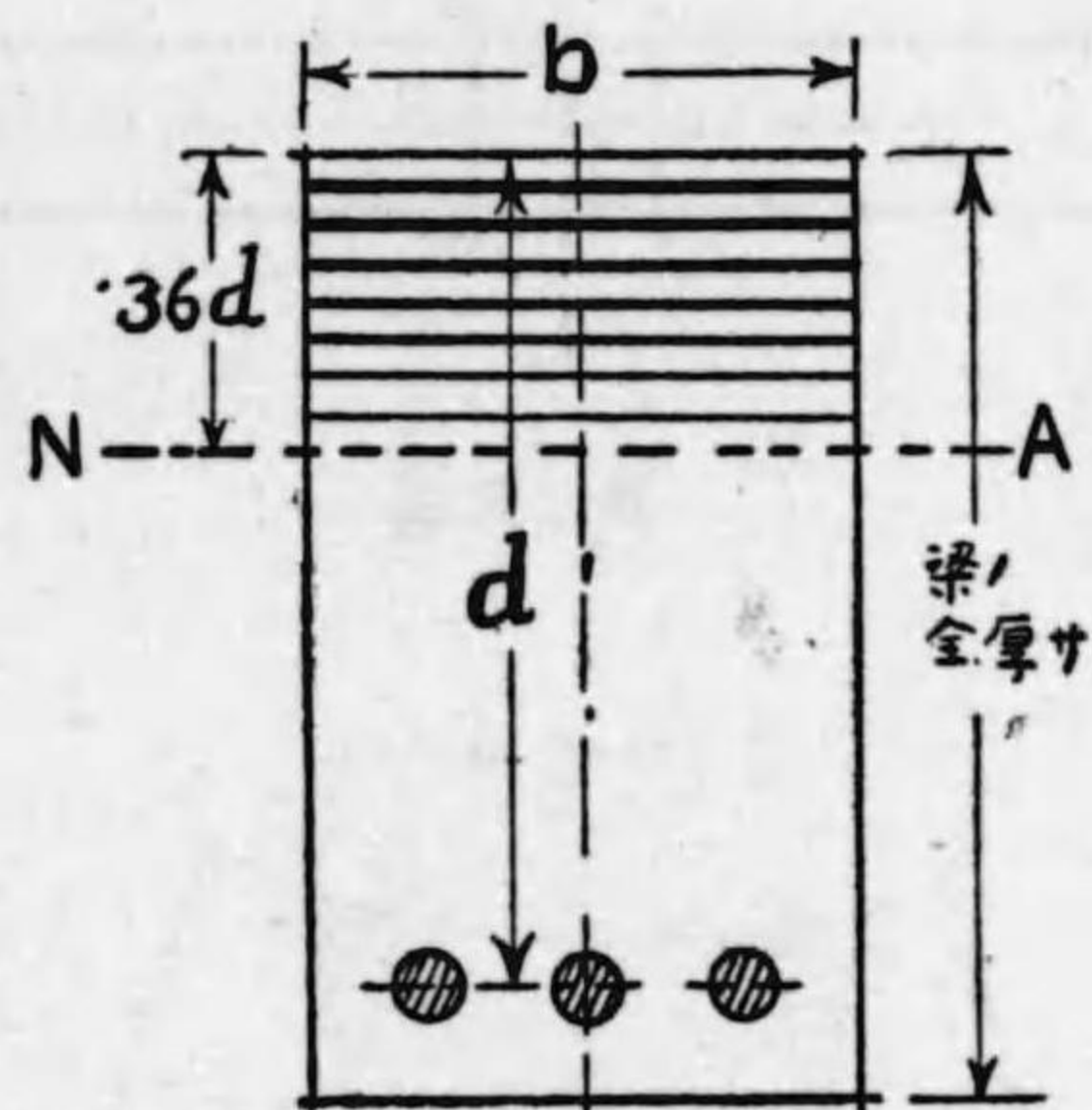
實例を擧げて説明するに今厚さ一八吋の梁があるとするに此梁の中立軸の位置は、

$$0.36 \times 18 = 6.48$$

即ち上表面から約六・五吋の位置にあるのである。

豫備設計で概算する場合に、乃至は構築した後に其梁の中立軸の位置を大略知らうと思ふ場合、なごに一番普通に行ふ方法は、梁の上表面から採つて梁厚さの「三分の一」の位置を定めることであつて上記の實例で云ふ厚さの「三分の一」は即ち約六吋となつて正確に計算して出た数字の六・五吋に殆んど接近した数字が得られている。

又一方で正確な計算をする場合には、コンクリート上表面から補強鉄筋の中心に至る距離を理論上から割出した厚さとして吋で計算するのであるが、梁が造られて了つた上で概



第二七圖

算をする場合には、コンクリートの梁上表面から梁の下面端に至る全距離即ち梁の全厚さを大體に吋で計算するのであつて、其「三分の一」が理論厚さを用ひて $0.36d$ で計算したものと殆んど接近した数字が表れるのである。

「第二七圖」は鉄筋コンクリート単梁の断面であつて中立軸の位置、計算上使用する厚さの全厚さの差違等を圖解したものである。本圖に在ては中立軸上にあるコンクリートを表はすに水平並行線を引いた部分で表したもので、此部分丈けが如何なる應力にも抵抗せられるのであつて、此梁のコンクリートの應張力に抵抗する強さは無視してある、又中立軸から下部の梁全體には應張力が働くのであるから下部のコンクリートの強さには些しも増減を許さず、之に加ふるに全抵抗に對しては鉄筋があつて之に備へてあるのである。

此最後の點が最も目抜の點であつて、釣鐵物（ハンガ）を「ボルト」留して吊つたり又は管を通したりする爲に此鉄筋コンクリート梁に鑽孔する場合に最も必要が

出來て來る。

斯る場合に此穿孔する箇所を此梁の中立軸から上方の點に孔を穿つことは、此梁の強さを著しく減じせしめるが爲に悪い方法である云ふことが解る、即ち壓力に對する軸の抵抗力が減じるからである。

然るに此孔を中立軸の位置よりも下力に穿つれば、此穿たれた箇所はコンクリートは張力に對する此梁の抵抗力に影響を及ぼさないのである、即ち中立軸より下方のコンクリートは何處でも張力に抵抗せずとも可い様に設計してあるのであつて、彎曲率と云ふことに關しては理論上から抵抗力がなくなつても可い、之を云ふからなのである。上記の述べたことからも、此梁が鉄筋コンクリート梁である場合には、條件が單に此梁がコンクリート丈けで出來てゐるか、乃至は鋼鐵だけで出來てゐる場合に如何に全然其趣を異にして中立軸の位置設置後に、此梁に孔を穿つたが爲に受ける影響等に差違がある云ふことが解る。

鉄筋コンクリート單梁に在て中立軸に關して重要な諸點を總括して擧げてみるに斯うなる――

- (一) 中立軸は梁の上表面よりみて梁の厚さの約「三分の一」の位置にあるべきものとす。
 - (二) 梁に如何なる孔を穿つ場合、雖も其中立軸より下方に之を施すべきものとす。
- 未だ此以上に補強複筋を有する梁、連續梁（二個所以上

の支持を有するもの）、固定梁（フィキスト、ビーム）、T字型梁等が残つてゐるが、是等は皆應剪力の變化を述べる場合に譲つて述べることにする。

反力

此反力（リアクション）と云ふ術語の解釋は、鐵筋コンクリート工事に責任を有つてゐる職工長なごには、恐らく非常に肝腎なことである、之は云へない程度の語であるが、併し此語は設計家が頗る頻々と連發使用する語であるから、其説明をしておくことも、滿更ら無駄なことではな

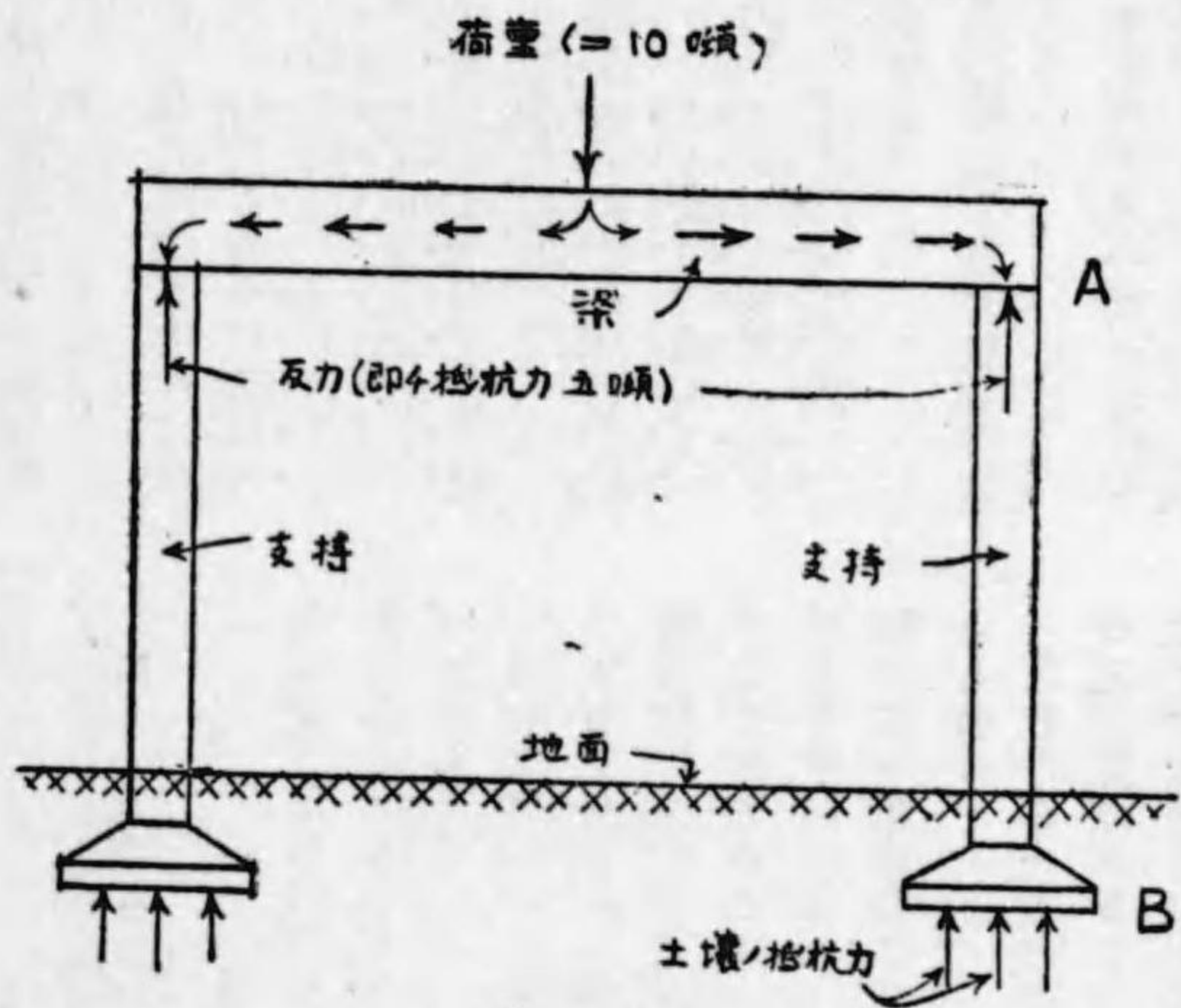
いと思ふ。建築工事に於て、荷重が加はつたり又乃至は力が加はつたりするに必ずある作用を起す様になるものである、即ち其構造物に荷重や力が加はつた部分が破壊し即ち抵抗力を起す必要が起るとか、之を大きく總括して云へば、其作用の結果其力を平衡に保つべき何等かの方法を構じてなければ、其建物の其一部分若は全體までが倒壊する云ふ結果に終るともある。

之をある一本の梁の上に荷重が加はつた場合である、之と破壊されることを防ぐ爲には、其梁が充分に強いものでなければならぬが、此強いと云ふ事以外に、梁は其兩端が支持物で、確に其位置に支へられていなければならぬ筈である。從て之からみれば、此梁の抵抗力は荷重が加はつた一點上計りでなくて、他にもある、之を考へなければならぬ――換言

すれば荷重の働は此梁を下方へ押付け様にして働くのである。此下方へ押付け様にする働に對して此梁の兩端は支持物で抵抗するので即ち反力が働くので此支持物の抵抗力で梁が其位置に確に維持されているのである。

此支持物が出だす抵抗力の分量を「反力」と云ふのであつて此反力は梁から支持物に加はらした荷重の分量に必ず等しくなければならぬ。等であつて、夫が等しくない場合には必ず破壊が起るべきである。

荷重の加はること(作力)は下の方向に向つて働き、又支持物に生じる反力は上の方向に向ふ方に等しい抵抗力なのである、但し實際に云ふことは力ではないのであつて荷重の働を蒙つて支持物の自體に生じて来た支持物材料の強さなのである。作力(アクション)と反力(リアクション)とは相互に正反對のものである。



第二八圖

つて反力は作力の働を蒙つて始めて働を起すものであつて作力が働かないでは反力は働かぬものである。

「第二八圖」に示してあるのは荷重と反力の働く間に起る關係を説明したものである。此圖では兩端を鐵筋コンクリート柱上に支持されている一本の梁の上に一〇噸の中央集荷重が働いている状態を示したものである、今荷重は梁の上方から垂直に加はつて来るものとす、此梁から柱に云ふ中間物を通して働いて地上に移つて行く。

其方法を理論的に説明するに「矢」の示す方向に向つて左右双方に力の加はつた點から梁を通つて行く、而て力は梁の中央に加へられ且又左右の支持物(即ち鐵筋コンクリート柱)までの距離は相等的いのであるから此左右の支持物に移り働く力(荷重)の分量は等しかるべき譯である。即ち此場合では五噸宛働かなければならない。

ばならない。

支持(柱)のA點に達する荷重の分量は五噸であるから支持物(鐵筋コンクリート柱)の出した抵抗力の分量(即ち此分量が「反力」である)も亦五噸なければならぬ。但し此鐵筋コンクリート柱の抵抗力は恐らく五噸位のものではなくて其以上大なるものであるかも知れぬが反力は常に支持物上に働いて来る荷重の分量に等しいのであるから此場合は五噸なのである。

而て設計家は計算をする場合には先づ第一に此反力の價値(分量)を定めてか、つて夫から後に夫に基いて此反力を出すに必要な材料を選擇して夫に對し備へるのである。

此支持が荷重を支へるに充分丈夫な適當なもので出来ていれば荷重は此支持を通じて下方へと移つて行き遂に地面に達すること「第二八圖」のBに示した如くである。又Bに於ては反力は地面の支持力(「ベアリング、キャパシティー」)で備へるのである即ち堅硬な土地程可いのである。

中央集荷重と等布荷重の場合に在ては上記の例の支持力に於ける反力は相互に等しいものであつて此二反力の總量と荷重の總量とに等しくなければならぬのであるから各反力の價値(分量)は全荷重の「二分の一」であるべき筈である。

「第二八圖」に示した荷重は一〇噸であるから各反力は五噸に等しい力が働く譯であつて、従て此荷重の作力は其反

力で平均される即ち荷重が反力の働で平衡を保つに至つたのである。然るに又梁の上に加はる荷重が中央集荷重でないとか又等布荷重でないとか上記の二反力は相互に等しくない結果になり、荷重の加はる所に接近する程其支持に荷重が大きく働くことになる。

例令ば今一〇噸の集荷重が二個所で支持されている梁の一點に加はるもし全徑間を四分して「四分の三」の個所には一〇噸の「四分の三」だけの荷重が加はり、即ち七・五噸が加はり、他の一本の支持即ち荷重の加はる點から遠く離れている方の支持には其残り二・五噸の荷重しか加はらなないことになる。加はる荷重にかく差違が出来理由を説明するに夫は梁に荷重が加へられて梁から支持に働いて行くのには一方の支持に達するには其距離が他方の支持に達する三倍か、るに云ふ事實に基くのである。

横杆の三位の原理を熟知している人々なれば前述のことは其第三位の一例であるに云ふことが直ぐ解る筈で如何なる状態に荷重が加はつても頗る簡單な方法で其反力を計算することが出来る。

此事に關聯して職工長諸氏に告げておきたい一事があるが、夫は外でもないが支持上に梁乃至は「スラブ」を設ける場合に在て其踏(「ベアリング」)を充分平均に高低なく設けせしめ、且又梁と支持柱との間に充分の連結を存せしめる

必要がある云ふことなのであるが、之れ全荷重は此支持又は連結を通つて働いて行くのであるから梁と壁の間、梁と柱の間の繼目に弱點がある全荷重が適當に支持の方へと移つて行かないが爲に缺陷を惹起させる結果なる事がある。

此點は往々偶然起ることに看做されているのであるが夫は此反力が如何に重要視せらるべきものであるかと云ふことを充分に知悉してない結果に外ならないのである。

諸 鐵 筋

混 凝 土 梁

鐵筋コンクリートは其條件及荷重の如何によつて諸種の型式があり設計家は一々之を設計して行くのであつて實地設計上に於ては一建築物中に同種の型の梁を全部用ひてあるなご、云ふことは先づないのである。

從て今茲で何が故に斯く梁に種々の變化を隨へて行き又使用材料にも重大關係があるかを了解せしめるには是非此等各種の梁の特長を一々説明しておかなければならぬ。

單 鐵 筋 補 強

此の中でも一番簡單で然も一番經濟的の型云へば單補強鐵筋入りコンクリート梁であつて梁の下部に主鐵筋を残らず挿入して以て張力に抵抗を有たしめ梁は其兩端を單に支へしめてあるだけで別に固定せしめてないものである。

此支への上に乗つて居るだけの梁と固定させてあること

の區別は追つて後段に説明すること、して現在では支への上に坐つて居るだけの梁のことに就て述べるとする。

矩形の單一鐵筋コンクリートの一例を示す「第二九圖」に示したものが夫であつて、圖に示すが如く其全厚さは其有効厚さ(「エフ・エフ・ク・ティ・ヴ・デ・ブス」)より厚いことが解る。此點は最も肝腎の點である。

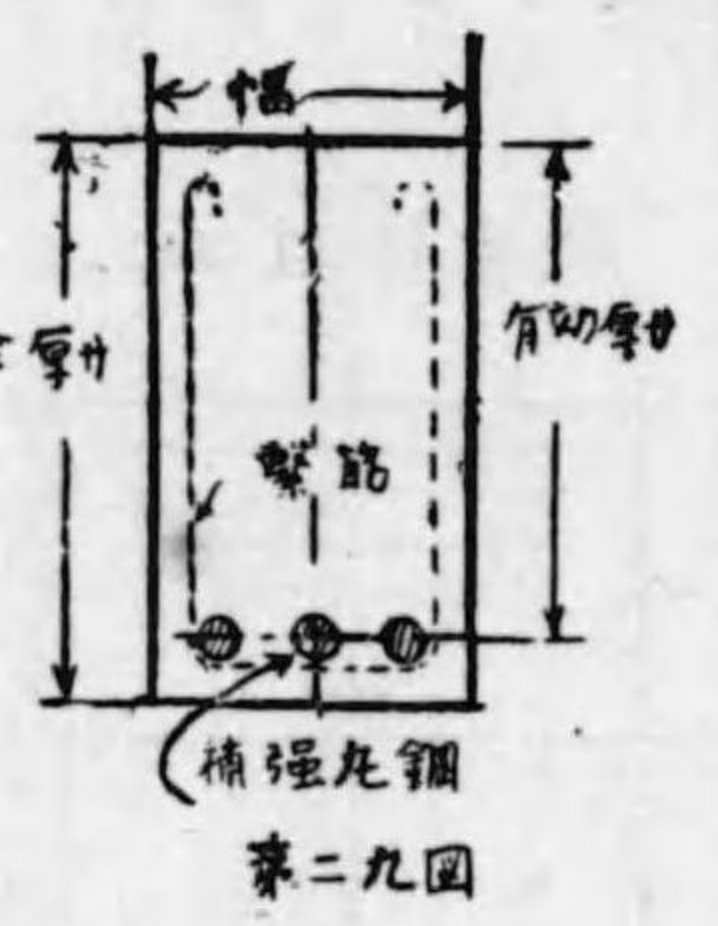
此梁の厚さ如何が其抵抗力に影響する一要件たるものであるから設計家は計算をする場合には經濟的な梁を隨へ様みすれば一吋程度の端數をも捨て、了はないで計算に入れておくのである。

然るに前にも述べてある如く中立軸以下のコンクリートは無視して計算に入れないのであるから設計家が計算に用ゆる厚さ云へば梁の上表面から補強鐵筋の中心までの距離なのである。其以下のコンクリートは單に補強鐵筋の保護に供するに過ぎないのであつて此梁が荷重を支へる場合に抵抗力には加はらないのである。

元來梁の強度は其幅、厚さ、及挿入補強鐵筋の如何により變化するものであつて工事施工中に此等の付の一つにでも多い少いが出来て來ると萬一其多い少いが設計家の計算した數字より少いものであつた場合には設計家が備へた丈の強さが出せない云ふことに歸着する。

其設計したもののより多い少いをみる人には夫が梁の幅であつたみすれば寸法を當れば判る、又夫が全厚さであつて

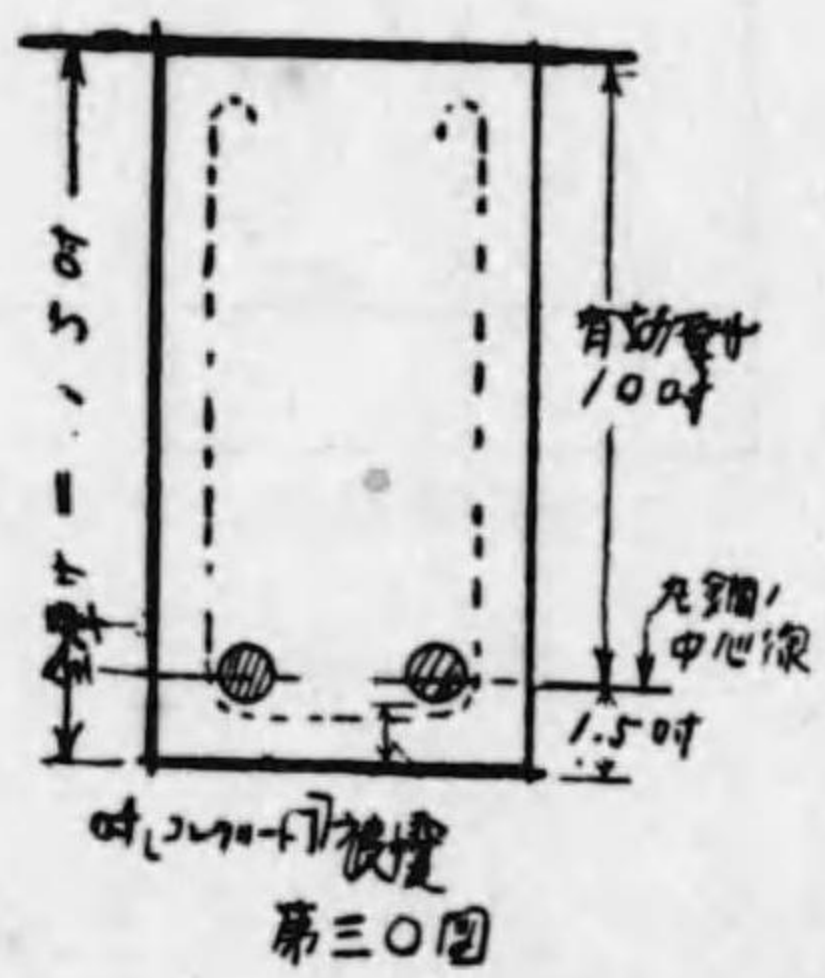
もコンクリート打前の假枠の寸法を當るか乃至は假枠取外し後の梁の實寸法を當れば直ぐ照合が出来るものであるが今夫が補強鐵筋の量さか位置さかになるに斯麼容易な方法では一寸照合が出来苦い、補強鐵筋用の丸鋼を一本挿入することゝを忘れて落したなき云ふことは勿論有勝ちのことであるが斯ることどもは大體に普通に注意さへ怠らなければ偶發することは必ずや豫防することは出来るもので此點に關して監督が疎であつたが爲に誘發する恐ろしい萬一の結果をば職工長が充分知り抜いていねばならぬ筈である。



但し補強鐵筋の位置も斯の如く重大なことに計りはないのであつて大抵の場合には一吋かそこゝの差はあつても見逃すことが多いのである。

今鋼鐵筋が圖に示してあるよりもつゞ梁の底部から遠く離れて挿入してあるものとするに此梁の有効厚さはコンクリートの厚さが正確であるに拘らず減少するから從て梁の抵抗力は減少されるものである云ふことの當が容易につく筈であらう。

簡單な實例を採つて説明するに今荷重がある一梁に加はつて其有効厚さ一〇吋しなければならぬ場合が有りし所要補強鐵筋は徑一吋丸鋼二本に設計家の計算で出たこと。此場合の梁の所要斷面は「第三〇圖」に示してあるが如くであつて又其有効厚さは梁の上表面から丸鋼の中心までの距離を有つたものであつて丸鋼までのコンクリート被覆を最低一吋とするに此梁の全厚さは一・五吋となる。



今假定して此梁のコンクリート打の假枠は正確に出来たものとして丸鋼も二本挿入してあるものとするが但し此丸鋼の挿入位置を不注意から正確な位置に挿入仕損なつて下面から一

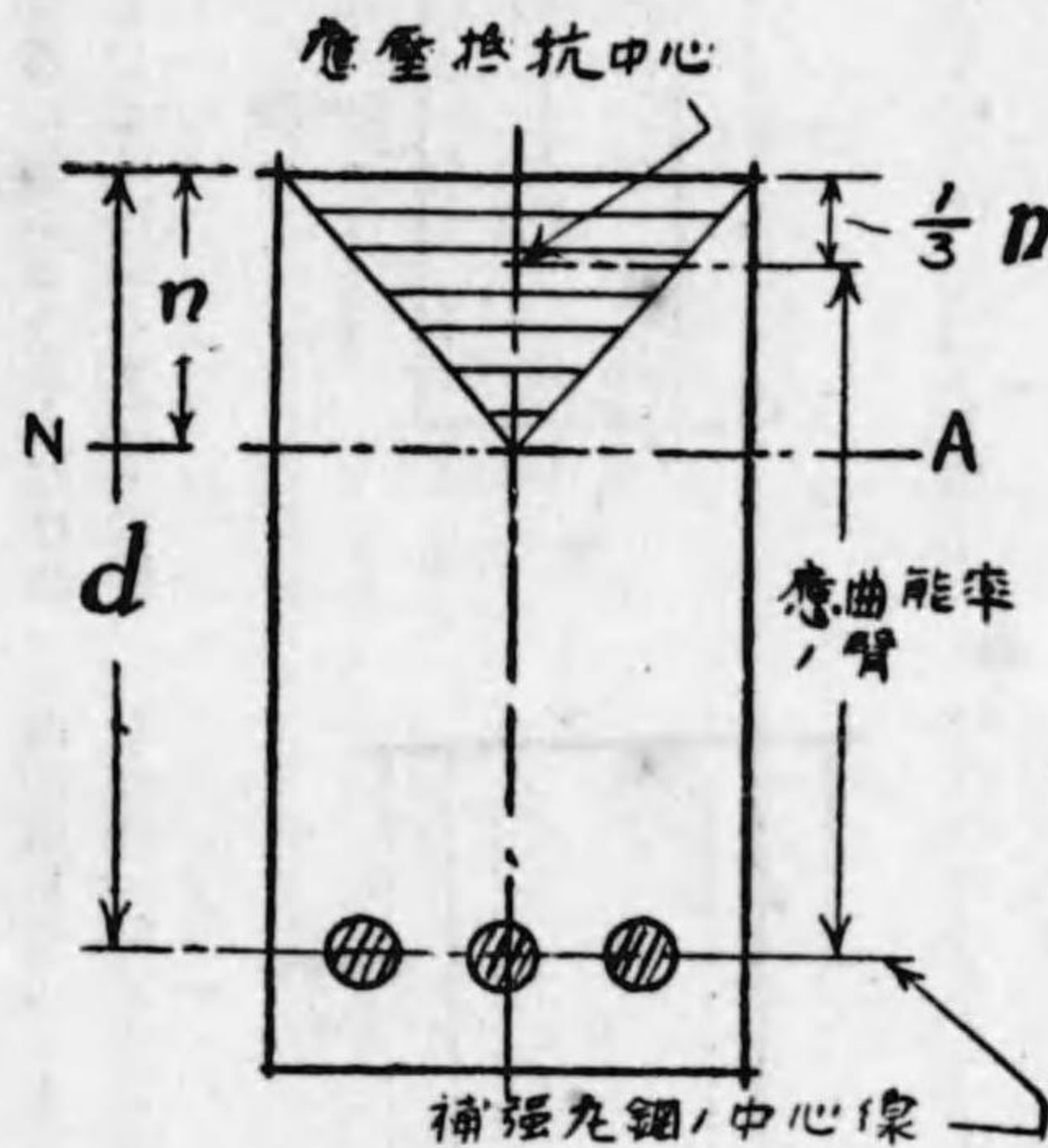
吋の位置に置くべきを高過ぎて二吋の位置に挿入して了つたものとするに此梁の有効厚さは一〇吋から九吋迄減少して了ふのである。

一寸見ただけでは斯麼こゝは差して大した違いではない様にも思はれるが、設計者が計算上に使用した要件の一つが「一〇分の一」がた減少して從て此梁も其丈け弱くなつて居る云ふ事を感じたらば大したこゝであるに直ぐ判る。

夫が最初設計家が設計した通りの残らずの材料を使用して梁の大きさも少しも小さくならないでいて單に有効厚さが減じただけで計算に必要な肝腎の強度が減退して來るのであるから莫迦らしいのである。「第二九圖」をみるに上記の主要鉄筋丸鋼以外に「繫筋」(「スターラプス」)が使用してあるが此繫筋は水平に働く剪力に抵抗するのミ他方では又梁の上部のコンクリートに前記主要鉄筋を碇着せしめる爲に特に用ひられてあるものである。

此水平剪力が如何なる影響を及ぼすかは既述して有る通りで有るから此場合に此梁の繫筋が切斷されて了はなければコンクリートは繫筋ミ水平状態に移動即ち破壊されぬので有る。

此單一鐵筋コンクリート梁上に均一等布荷重ではなくて普通の配荷重が加はり之を経済的に計算しやうとする場合に今設計上で此梁に厚さ幅の制限がないとしたらばコンクリート丈で充分に所要應剪抵抗力を理論上出すべき筈



第三一圖

ミ命じてある。

應曲能率の臂は梁の下部にある丸鋼の中心が應壓抵抗の中心に至る距離であつて「第三二圖」に夫は示してある。本圖の水平線を引いてある三角形は中立軸上にあるコン

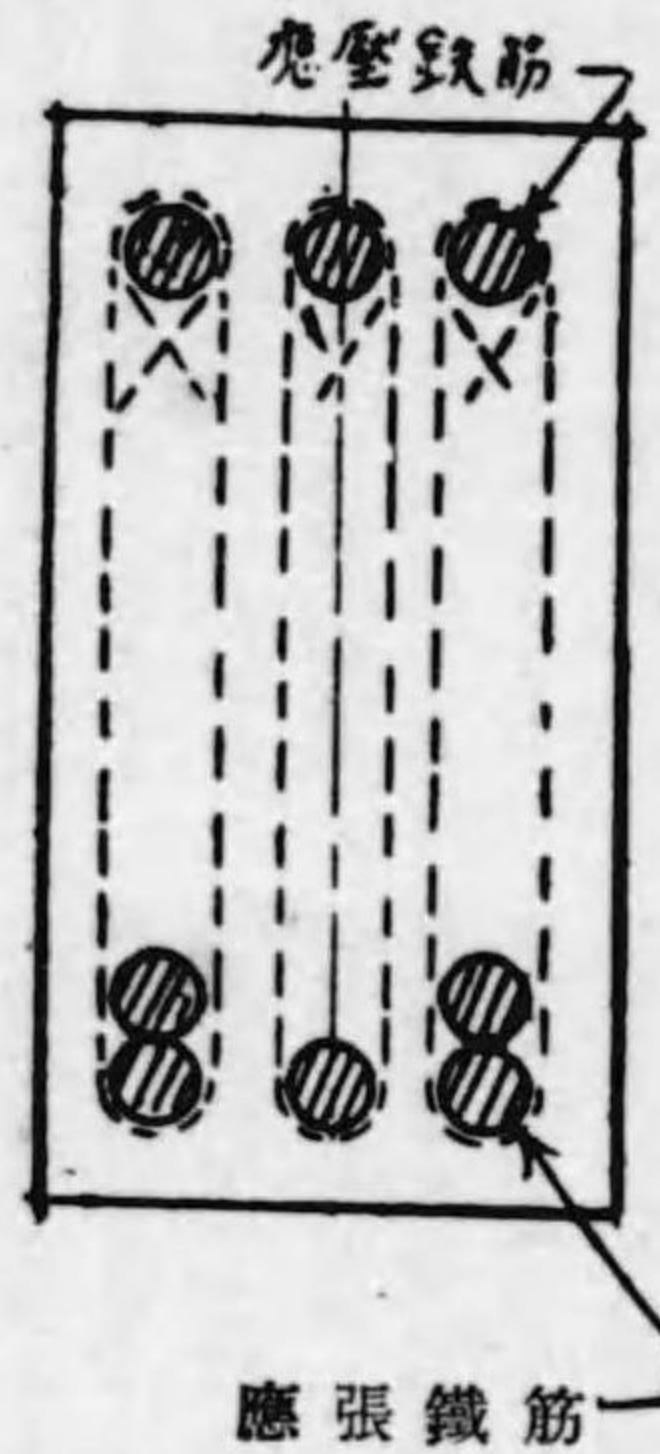
クリート部分を表したものであつて即ち理論上では平方吋に付六〇〇封度の應壓力に對し抵抗するこゝが出来る部分である。従て抵抗力の中心は梁の上表面から中立軸に至る厚さの「三分の一」の距離にあることになる。

換言すれば n が上表面から中立軸に至る厚さに等しく又 d が有効厚さに等しいとしたらば應曲能率の臂即ち挺臂は d から n の「三分の一」の寸法を引いた残りの厚さに等しい譯である。之を計算上では

$$r = \frac{d-n}{3}$$

と書くのである。

却説如何なる場合であつても此繫筋を單一鐵筋補強コンクリート梁の場合には上圖の如き間隔に挿入しておかぬミ例令其繫筋が應剪抵抗用に入してない場合でも丸鋼の碇着が不完全になるを免れないのである。



第三二圖

幾多の場合に在て設計家は巧く單一鐵筋補強コンクリート梁を設計するのが六ヶ敷云ふのは之は勢ひ梁自體のコンクリートを厚く慥へなければならぬから甚しく抵抗力を増させる爲に著しく死荷重が加はり増すことになるが爲めであつて又一方からは所要コンクリート量を必要上必ず多く用ひなければならぬから其結果殊に利用しうべき明高(「ヘッド、ルーム」)が制限されているものミすれば梁が大き過ぎる譯なる。

然るに之をコンクリート量を減らして實地限度以内で此梁を保たせ様にするには應壓抵抗を有つ部分即ち中立軸以上コンクリートの其應壓區域内に補強鉄筋を用ひて補強させる。斯しておけば梁は上、下面用鐵筋量は單一補強鉄筋コンクリート梁よりも多量に使用してあるこゝが解るが、元來鋼鐵筋はコンクリートよりも高價な材料であるから此種型體の梁は工費に對して云ふに比較的經濟的でないのである。

複鐵筋補強

混泥土梁

前述の單一鐵筋補力コンクリート梁に關しては未だ諸應力の震動其他のこゝに就て些しく追加して述べるこゝもあるが其等の事柄は他種の梁にも關係があるので諸種の梁を述べた後に説くこゝにする。

で有つて又垂直方向の繫筋は計算上では要らぬ筈で有る。併し主鐵筋には何等かの碇着方法を行つて此等鐵筋(丸鋼)が下向へ曲つて行き遂に上側コンクリートから脱離する傾向を起すから夫を防いでおかなければならぬ、又此目的で必ず梁中には繫筋を用ひておかなければならない。

此點も「ロンドン、カウンティ、カウンシル」規則で規定(註一市建規第九〇條)してある所であつて此場合に在て應剪鉄筋又は網狀鉄筋(繫筋を稱す)は應剪力の要件に從て其間隔を定むべし、但し如何なる場合ミ雖も繫筋の間隔は應曲能率(「レヂスチング、モーメント」)の臂(「アーム」)の挺臂に等しい長さを越えぬ程度の間隔を有せしむべし

既に述べておいた通り應壓抵抗に備へる爲に鋼鐵補強筋を使用してある場合には其許容應力は此鋼鐵筋を圍繞してあるから此梁の場合で云ふ鋼鐵筋の許容應力は平方呎に付 $600 \times 15 \parallel 900$ 即ち九千封度以下の應力に制限される譯になるから鋼鐵の全強度を出せないことなるから鋼鐵に採つては確に經濟的に使用されていることは云い得ないかも知れぬ。

然るに又一方でコンクリートの最大應力平方呎に付六〇封度は其最上表面だけに働くものを見做せるのであつて夫が中立軸に近づくに従て段々漸少すると前述の如くであるから従て正確に上表面に挿入してないミすれば最大應壓力が働く層に鋼鐵筋を挿入することが出来なくなる譯であつて鐵筋はコンクリートで被覆してあつて梁のコンクリート上表面と鐵筋頂面との間には最低一吋の間隔がある。コンクリートに對する最大應力は平方呎に付六〇封度であるが梁の中立軸に行くに従て夫が減じて零になるのであるから鋼鐵筋が挿入されているコンクリート層には其全應力量が働かぬ筈である。

之に對して簡單な實例を擧げてみればある梁の上表面から其中立軸までの厚さが六吋あるものとすれば上表面に働く應力が平方呎に六〇封度が即ち中立軸から六吋の距離に働く應力なのであるから今上表面から五吋の距離に働く

應力は平方呎に付五〇封度で、四吋の距離に働く應力は四〇封度、以下此割合で行く筈である。

假に直徑一吋の丸鋼が一吋コンクリートに被覆されてゐるミしたらば此補強丸鋼の中心は梁の上表面からみれば一・五吋の距離にあることになり又中立軸から四・五吋の距離にあることなる。従て此中心軸がコンクリートであるとしたらば其處に働く應力は平方呎に付四五〇封度以下である筈である。

此點がコンクリートでなくて鋼鐵筋であるミしたらば其最大應力は此量の一五倍即ち六七五〇平方呎に付六七五〇封度以下でなければならぬ。然るに鋼鐵の安全應壓抵抗力は平方呎に付一六〇〇封度まで出せるのであるから經濟的に使はれてゐるか否かと云ふことになると鋼鐵としては頗る利用されていぬことが了解されやう。

以上の説明は複鐵筋コンクリート梁の應壓區域に鋼鐵筋を使用する場合には平方呎に付 $600 \times 15 \parallel 900$ 九千封度以下に制限されるミ云ふ前に述べた但し書きをも亦包括して説明してゐるものである。

梁に頗る重荷重が加はる場合に在つては應壓力の限度を低く見積つて安全を計つておく關係から勢ひ梁の下部に挿入してある量以上に梁の上部に鋼鐵筋を挿入しなければならぬことなる、但し勿論中立軸より上部のコンクリートも荷重抵抗を助くるものミしての場合である。

此鋼鐵筋の應力を制限するところは往々頗る重大關係を及ぼして來てコンクリートの抵抗力に見積り率があるが爲めに却つて邪魔になり計算が仕悪くなる、之れ鋼鐵筋の應壓抵抗力の限度はコンクリートの安全應力で定められるが爲めである。

此計算上の邪魔を除かんとするには唯一の方法としてコンクリートの應壓抵抗力を全然ないものにして無視するミ同時に充分の鐵筋量を挿入して全應壓力に備へしめること恰も應張抵抗に採用せらると同じ様な方法を探つて行くのである。

もし此方法が出来るミすれば鋼鐵筋の安全應壓力は平方呎に付一六〇〇封度と看做しても差間がないことなる。

複補強鐵筋コンクリートは大部分斯くの如き方法で設計されるので、概括的に云ふミ頗る抵抗力が加はるものであるればコンクリートの抵抗力を其中に含ませるものよりも、此の方法を探つて梁を作る方が比較的經濟的につくのである。

鐵筋コンクリートの計算に在て鋼鐵の應壓力度を平方呎に付一六〇〇封度(平方呎に付一二四・九一呎)ミして計算する場合には必ずコンクリートの強度を計算に入れず無視して行かなければならない、之れ即ち此れ支けの抵抗力を鋼鐵筋が出さなければならぬ時は既にコンクリートは

理論上では壓碎されて了つてゐるべき筈である。

夫が實際の構造物であれば此コンクリートの壓碎されてゐることは勿論肉眼には識別し難いかも知れぬが實際には無數の小龜裂が全材料に一面に行亘つて破壊してゐるのであつて此小龜裂は實地上から云へば別に甚しき缺陷ではないのである。

應壓材ミして使用せらるる鋼鐵筋は其位置に碇着させておかなければならない、此目的には繫筋(スターラプス)を充分に使用しておかなければならぬ。「ロンドン、カウンティ、カウンシル」規則では應壓鐵筋に平方呎に付一六〇〇封度の應力が働く場合には應壓、應張兩鐵筋上に繫筋(アンコー)を曲込むか乃至は卷附けて碇着すべし且つ此等鐵筋の中心間隔は六吋以上離すべからず規定してある。此等鐵筋は孰れも縦横兩方向に挿入すべきものであるから従て梁全體に亘つて此鐵筋が無數に連絡することになるから爲に勢ひ工費が増加し又一方仕事が多々複雑になつて來ること止むをえないのである。

T字型鐵筋

第三番目に述べる型式の鐵筋コンクリート梁は「T字型梁」ミ一般に稱するものであるが爲に斯く呼ばれるのである。

混泥土梁

既に説明したるが如く重荷重が加はる梁では普通の鐵筋コンクリート型式では充分應壓抵抗力に對し備へるべきが

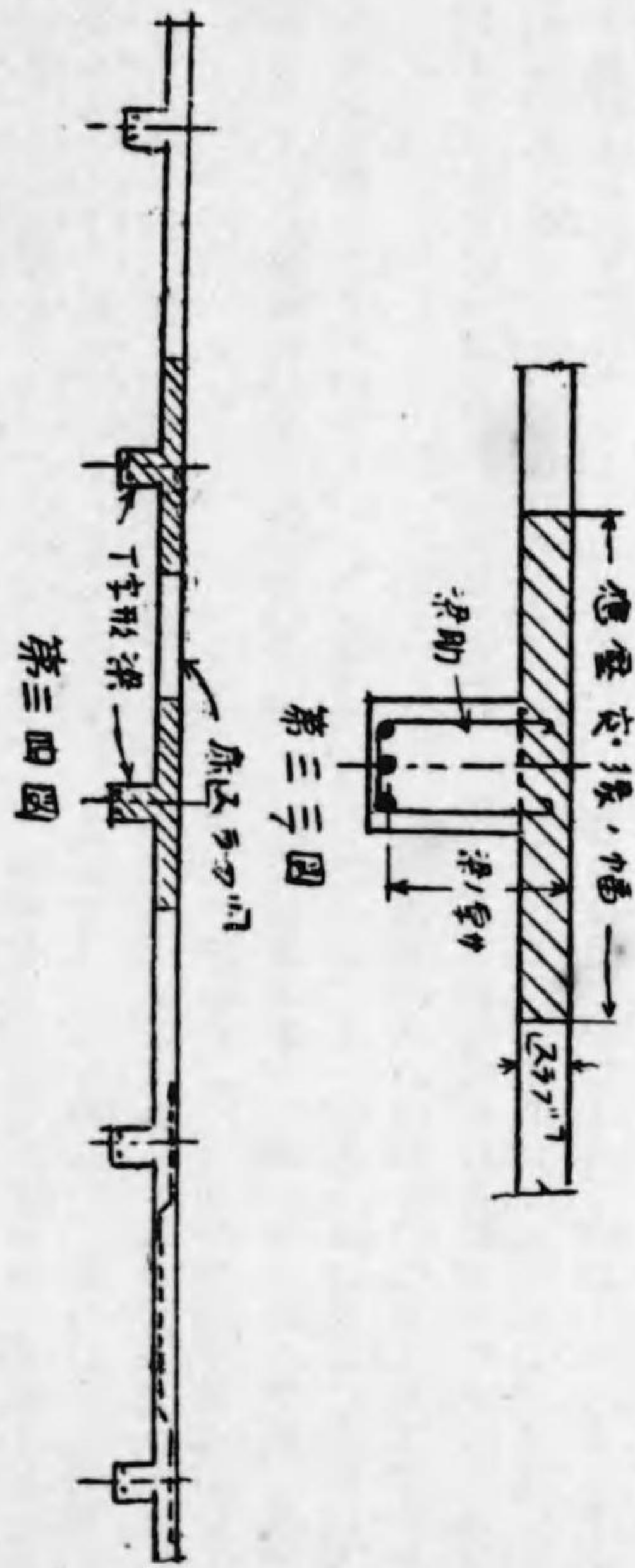
困難なのである。

此困難に打勝つて充分な抵抗力を有たしめる爲に梁をT字型断面に設計して突縁(フランジ)を廣くし梁の上部にコンクリート量を豊富に使用すること「第三三圖」に示すが如くするのである。

圖を見れば

解るが此の梁上部即ち應壓突縁(コムプレッション、フランジ)は梁自体よりも遙に幅が廣く出来ていて此梁の左右の梁との間に「パネル」なる様に床板(「フロア、スラブ」)を兩突縁の間に挿入して梁は肋(「リップ」)としての効用を爲すと同時に應張鐵筋をも挿入してあるものなのである。

「第三四圖」に示したのは此T字型梁を詳解したものであつて梁に床「スラブ」を取附けた所即ちT字型梁を用ひてあ



る鐵筋コンクリート床断面を示したものであつて又綫目を附けてある部分は付う云ふ風に此T字型梁に床「スラブ」(此梁に「スラブ」は共に作用しT字型部材として計算せられるものなのである)を取扱ふものであるが其断面を示したものである。

此「スラブ」の幅はT字型梁の突縁(フランジ)として計算されるものであつて「ロンドン、カウンティ、カウンスイル」規則では次の三條件を越えてはならぬT字型梁の突縁の

幅に制限を加へている。即ちT字型梁の突縁の幅は

- (一) 其有効徑間「四分の一」を越えぬこと
- (二) 各の梁中心間隔を越えぬこと
- (三) 「スラブ」の厚さの二倍を越えぬこと

今實例を擧げてみるにT字型梁を用ひてある床の有効徑間が二〇呎であつて各梁の中心間隔六呎毎に梁が設けてあつて、又床「スラブ」の厚さが六吋であるとすれば此T字型梁の突縁の幅は

- (一) 二〇呎の「四分の一」即ち五呎(=六〇吋)を越えぬこと
- (二) 各梁の中心間隔六呎(=七十二吋)を越えぬこと
- (三) 「スラブ」の厚さの二倍(6吋×2)即ち七十二吋を越えぬこと

此三條件の中で最小數は(一)の六〇吋なのであるから此數字が限度なる譯であつて此場合の計算では梁の突縁は六〇吋以上の幅には作ることは出来ぬのである。

T字型梁の中立軸の位置が何處にあるかは計算して出すことが出来るが此所て夫を述べるに餘り複雑になるから此所では中立軸の位置の變更に關しては單に概括的に説明するだけに留めておく。

ある種の梁に於ては上部突縁になつて居る所の「スラブ」の中を此中立軸が通つて居ることもあるし、又他の場合には「スラブ」と梁肋(「リップ」)の接合箇所即ち「スラブ」の下面に位することもあるが大抵の場合には「スラブ」より下部の梁肋自体に位させて居ることが多いのである。

中立軸が肋材自体中を通つて居る場合には「スラブ」の下面に中立軸の間に居るコンクリートの部分が頗る僅か

であつて且中立軸に「スラブ」下面が餘り近いのであるから此コンクリート部分の價値は頗る制限されて抵抗力は殆んど無視され普通計算には加へないのであつて實際上には全體の應壓力は「スラブ」の突縁に働くものと看做することが出来る。

或る場合には片側だけに「スラブ」が要る梁を造らなければならぬことがある、假令ば階段、昇降機、乃至は之に類したものを設ける場合に適した口の周圍に設ける切根太掛(「トリマース」)になる梁の如きは夫であつて此等の場合にはT字型梁を設ける譯には行かぬ。

斯る場合に在て計算上に應壓抵抗を受ける「スラブ」を有する必要があるとすれば「第三五圖」に示す如く其梁をL字型に設けねばならぬ、本圖で陰影を附したのが其應壓突縁である。

此場合に梁の一部として取扱ふ「スラブ」の幅は普通の場合には凡て其「スラブ」の厚さの四倍以下にしておかなければならぬ、又特別補強鐵筋を設けて片側突縁断面に働らく複雑な應力に抵抗せしめる場合には「スラブ」の厚さの六倍以上に延ばしてはならぬのである。

以上述べたことに依つても解るが如く普通に鐵筋コンクリート床を設計するに云ふことは一寸見て考へる程簡單なものではないのであつて、其兩端が支持されているものか

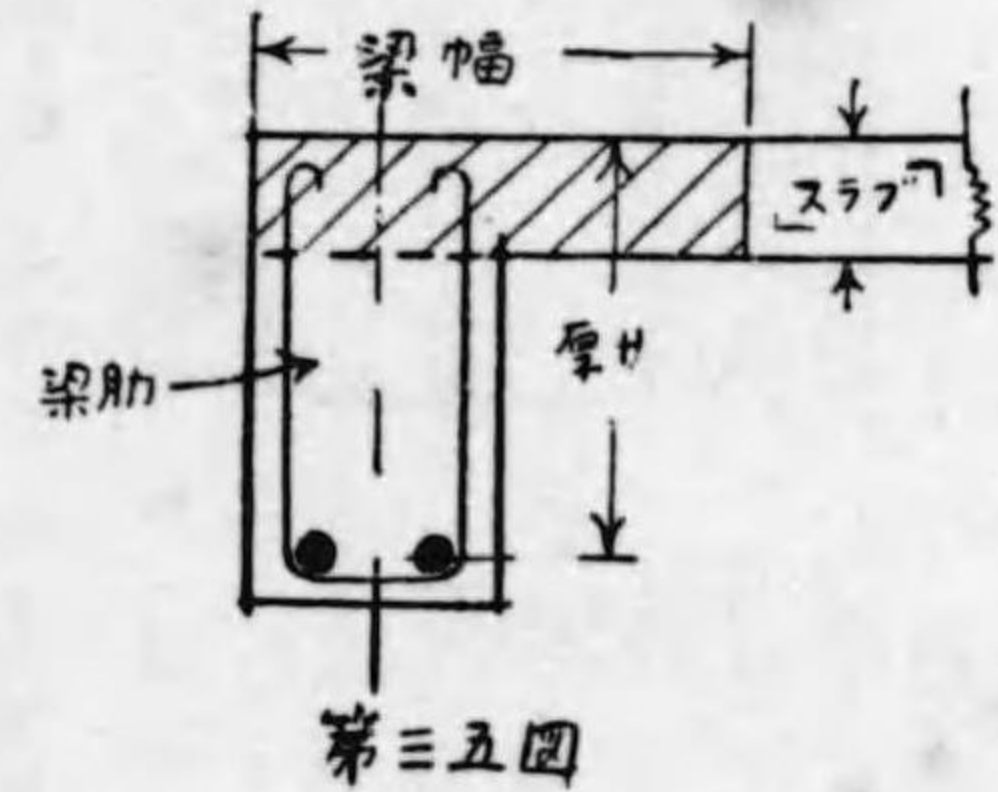
固定せしめてあるものか、集荷重が働くものであるか、又は特別の切根太掛であるか等の諸問題は別として設計者は使用材料と工賃に關して經濟的につく「スラブ」と梁を取合はせた設計圖を作製しなければならぬし又一方では明高（ヘッド、ルーム）と外觀を云ふことも考慮してかゝらなければならぬ。

又其徑間も「スラブ」と梁に對しては其限度があるから其限度内で設計しなければならぬ、又梁でも什の型の梁が適當であるかもし主梁と枝梁が要るとすれば一々夫をみてからの上で定めて行かなければならぬこともあろう。

又床「スラブ」でも大低の場合には單式鐵筋挿入で行けるだろう、又其上の繫筋や其他の應剪力は要らぬであらうが梁としては上述の諸梁の中の一つから撰擇するこゝにならう。

要するに一般鐵筋コンクリート床の設計は頗る複雑なのである。

尙必要なことはT字型梁を設ける場合に於ては其肋梁のコンクリートと突縁のコンクリートとの間に弱點のない様に注意して施工しなければならぬ、之れ此二者は別に考へるけれども計算上では一材材を看做し「スラブ」を梁肋は相



第三五圖

共に働くべき性質のものなのである。

又T字型梁の「スラブ」の厚さは設計圖に記載通りに正確に施工するこゝは最も肝腎のこゝであつて此厚さが相違してゐる「スラブ」の厚さに影響を及ぼして來るのみならず延いては梁の抵抗力にも影響を及ぼすものなのである。

壁を支へる梁は一般的には單筋式で設計して行くこゝが出来るものであつて夫に應じて必要な梁の厚さは床面で壁中に延ばして得られる、又壁も鐵筋コンクリートで出来ていれば壁の一部を梁として設計する方法もあるから斯して所要の抵抗力を容易に與へせしめられる。

斯く述べて來るに梁にも亦諸型式があつて茲で何處を問はず必ず均一に良好工事を施しておかなければならぬことが自ら判明する譯であつて鐵筋コンクリート構造物の諸部は要するに別箇材料として設計されるものに非して其利點は使用材料（即ちコンクリート）の特長を利用して構造部中の如何なる所、什の點を取つても他の隣接箇所を助け互に相俟つて出來てゐるに云ふ所にあるものであるから從て工事が全體を通じて完全且念入に施工しなければ一部分の弱點、缺陷が他の部分に影響を及ぼすこと實に恐ろしい程なのであるこゝを充分に心得ていな

ればならない。

鐵筋混

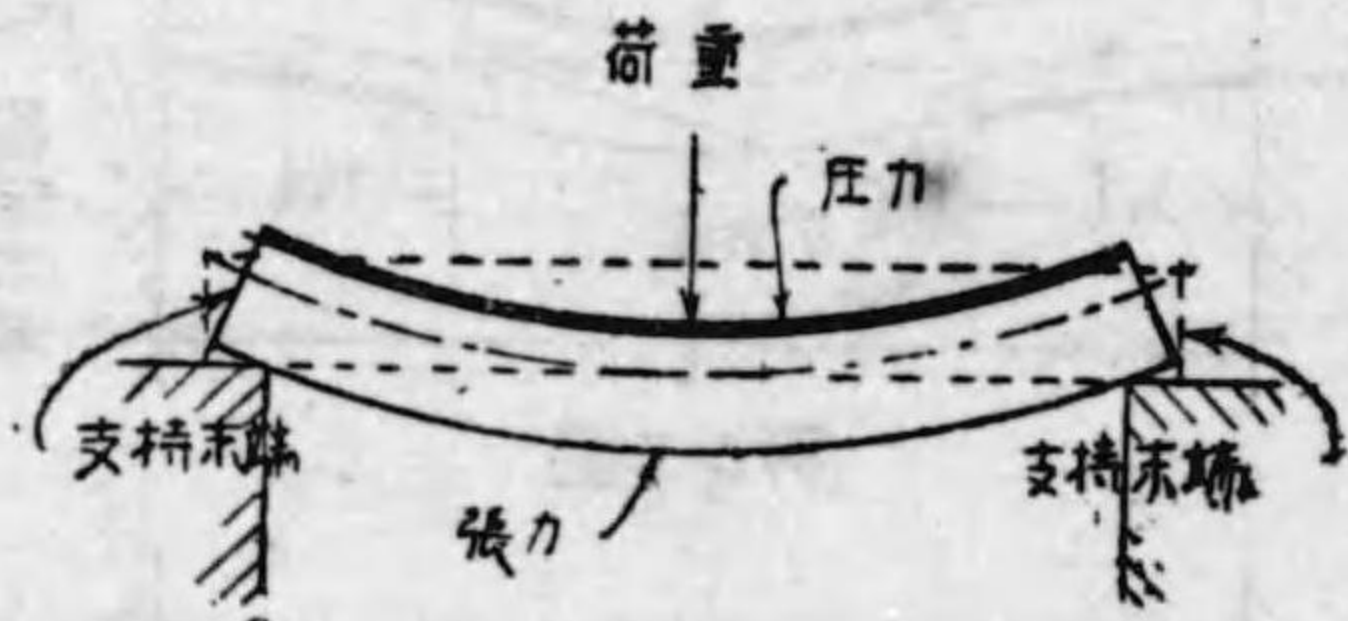
凝土梁

前項では種々の型式の鐵筋コンクリート梁のこゝを述べたが、今度は夫は又別に鐵筋コンクリート梁の設計は梁の兩端が支持されたものである

か、押へて止めてあるもの即ち抑制されたものであるか、乃至は種々の方法で固定させてあるか、此等の状態により異なる取扱をしなければならぬ場合がある。此状態は非常に梁にしては肝腎の事であつて其梁の耐力が夫によつて左右される計りでなく夫々梁に働く應力が異なるに從ても亦影響を受けるのである。今此區別方法で梁「スラブ」の型式の種類別をしてみる。

- (一) 其兩端が單に支持されている計りのもの
- (二) 其兩端が固定させてあるもの
- (三) 其一端が支持されていて他端が固定されているもの

この此三種類に別つこゝが出来る、但し此三種類は肱木や乃至は持送り（プレート）とは全然異なる性質のものであつて此肱木、持送り等は其一端のみが明に固定されてはいるが他端は決して支持されていない



第三六圖

もなし又他材の助けをもちりていぬものなのであるから其等とは全然別物と考へねばならぬ。

梁「スラブ」が數箇所の徑間に連續的に跨つてゐるものがあるが此場合には其兩端が固定されている（二）の場合に等しいものと看做さるべきであつて、即ち各徑間の兩端は其隣りの間（區劃）で其位置に保たれる筈であるから從て其一端が單に支持されているだけの場合は異つて自由に移動するこゝが出来ないのである。

(一) 梁の兩端 第一番には最も簡單な状態の場合であつて梁の兩端が單に支持されているこゝたる場合 「第三六圖」に示した梁の如くであつて、此場合に梁には中央集荷重が加はつたものと假定する。今荷重が加はつて梁に彎曲作用又は撓曲作用を起し夫を誇張して大袈裟に圖に表したのであるが、梁の兩端は自由に移動せられるのであるから梁は梁を孤とした圓の一部となり梁の上部には應張力が働き又梁の下部には應張力が働くと云ふこゝが容易に前の例から察しられる。

兩端が單に支持されているだけの梁と「スラブ」には皆此状態が當筈まるのである。而て此場合に於て荷重の加はる

状態は集荷重であろうが但しは又配荷重であろうが應力が働く性質には何等區別を及ぼさないのであつて只其應力の働く分量にのみ影響を及ぼすものなのである。

(一)とは違つ

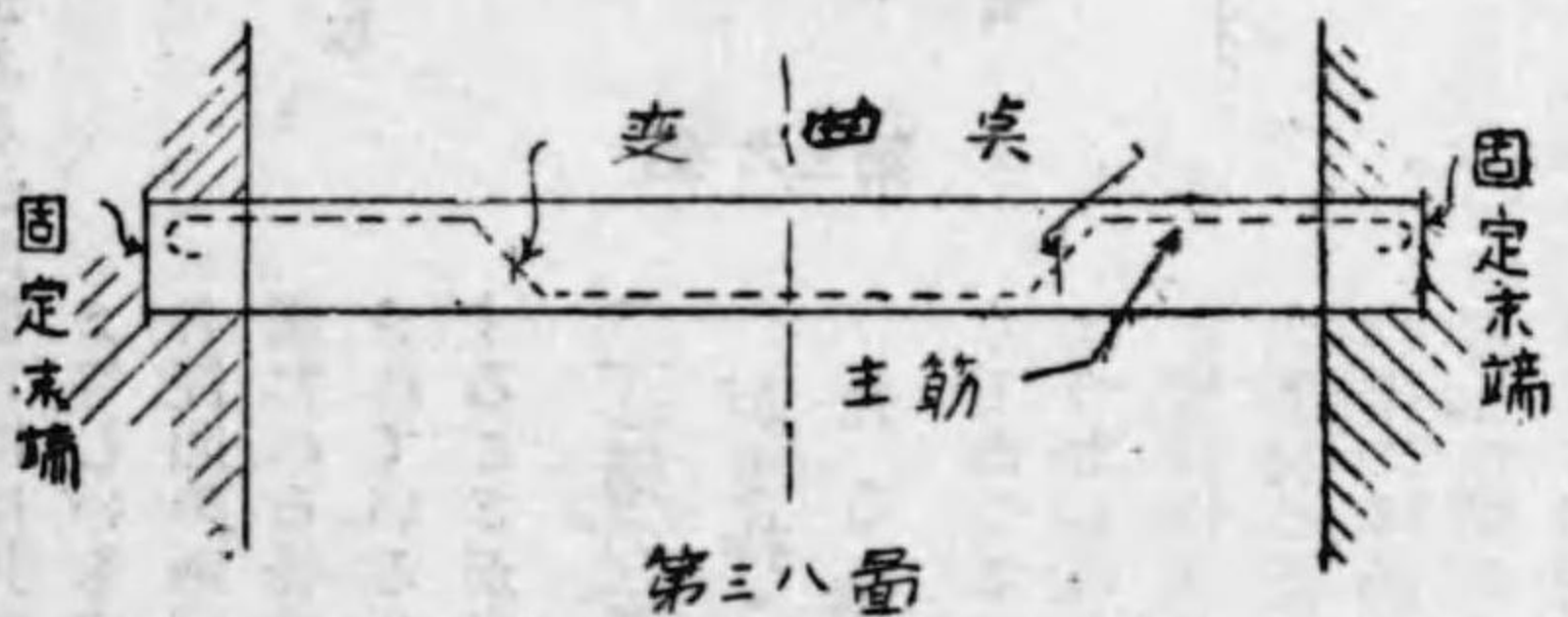
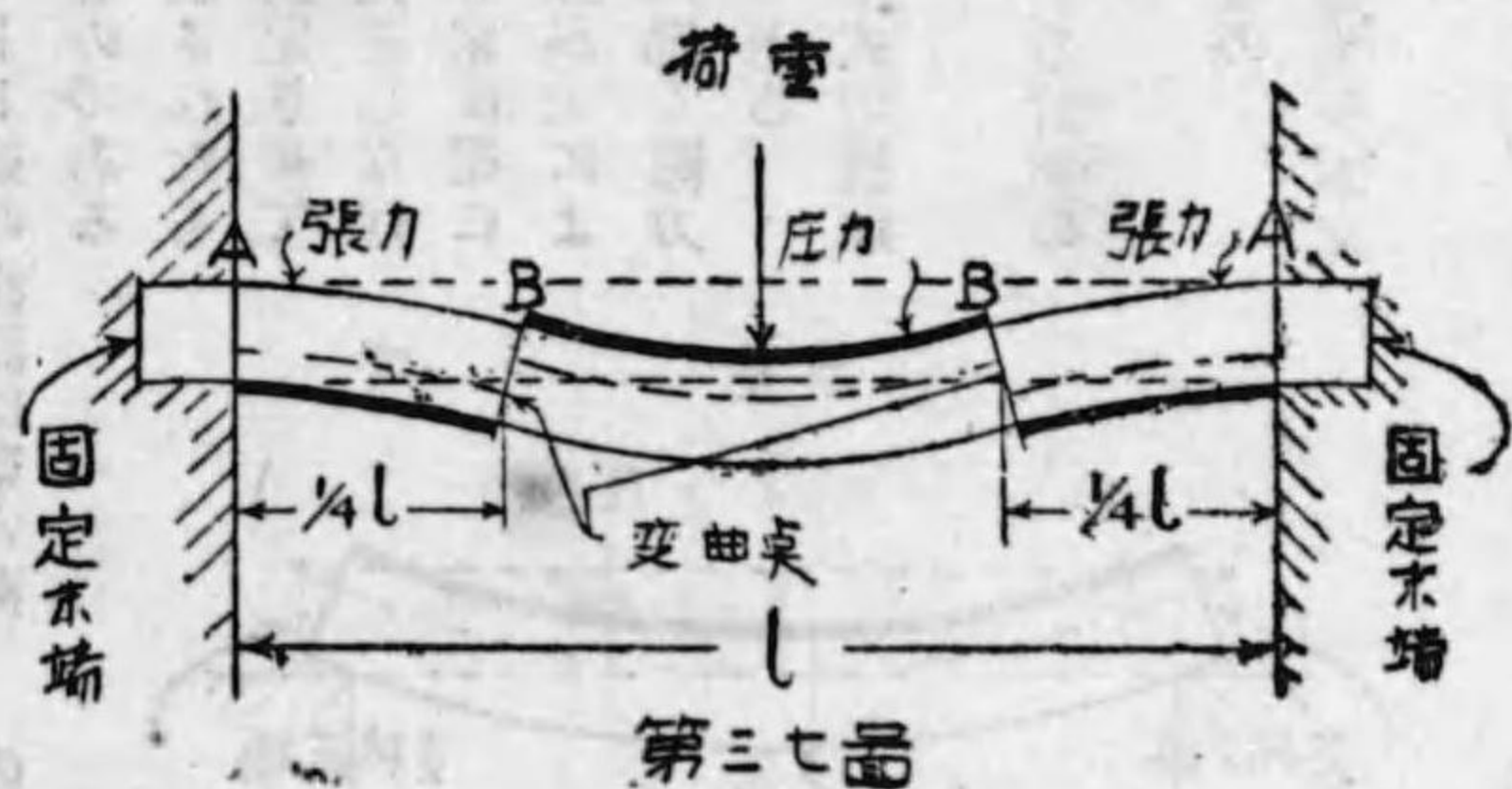
(二)梁の両端が固定され、其位置に定着され、其位置に定着され、其位置に定着

には荷重の加はる作用を受けても簡単に一曲線状に彎曲することはないのであつて其彎曲作用は「第三七圖」に大袈裟に示した如くの形體を採るのである。

「第三七圖」では梁の両端が支持されて、其上部が伸張作用を起し、又其下部は短縮作用を起し、其中央は二本の肋木の働を爲しているものゝ間にある梁としての働をなすのである。

従て一本の梁の形體は三つの曲

線の集つたものとなり、兩端二曲線は梁の下面にある圓の中心から副射する弧となり、又中央部の一曲線は梁の上面に



ある圓の中心から副射する弧なるが故に従て前述の單に支持されているだけの梁に起るべき上表面の壓縮作用を起すことは兩端が固定されている梁の兩端には其儘當筈でないのである。故に梁の兩端を固定させると其結果上表面には應張力と應壓力が働き(即ち兩端部に應張力、中央部に應壓力が働く)又下面には上表面に正反對の應力が働くことになる(即ち兩端には應壓力、中央部には應張力が働く)。

本圖では應壓力が働いている部分を表すに太線を以て表はし、又應張力が働いている部分を表すに細線を以て表はしているのである。

斯の如くに兩端が固定されている梁に在ては梁全長に働く應力は其性質がある點に於て異なるのであつて此點を稱して變曲點又は反曲點(ポイント、オウ、コントラフレクシア)「ポイント、オウ、インフレ

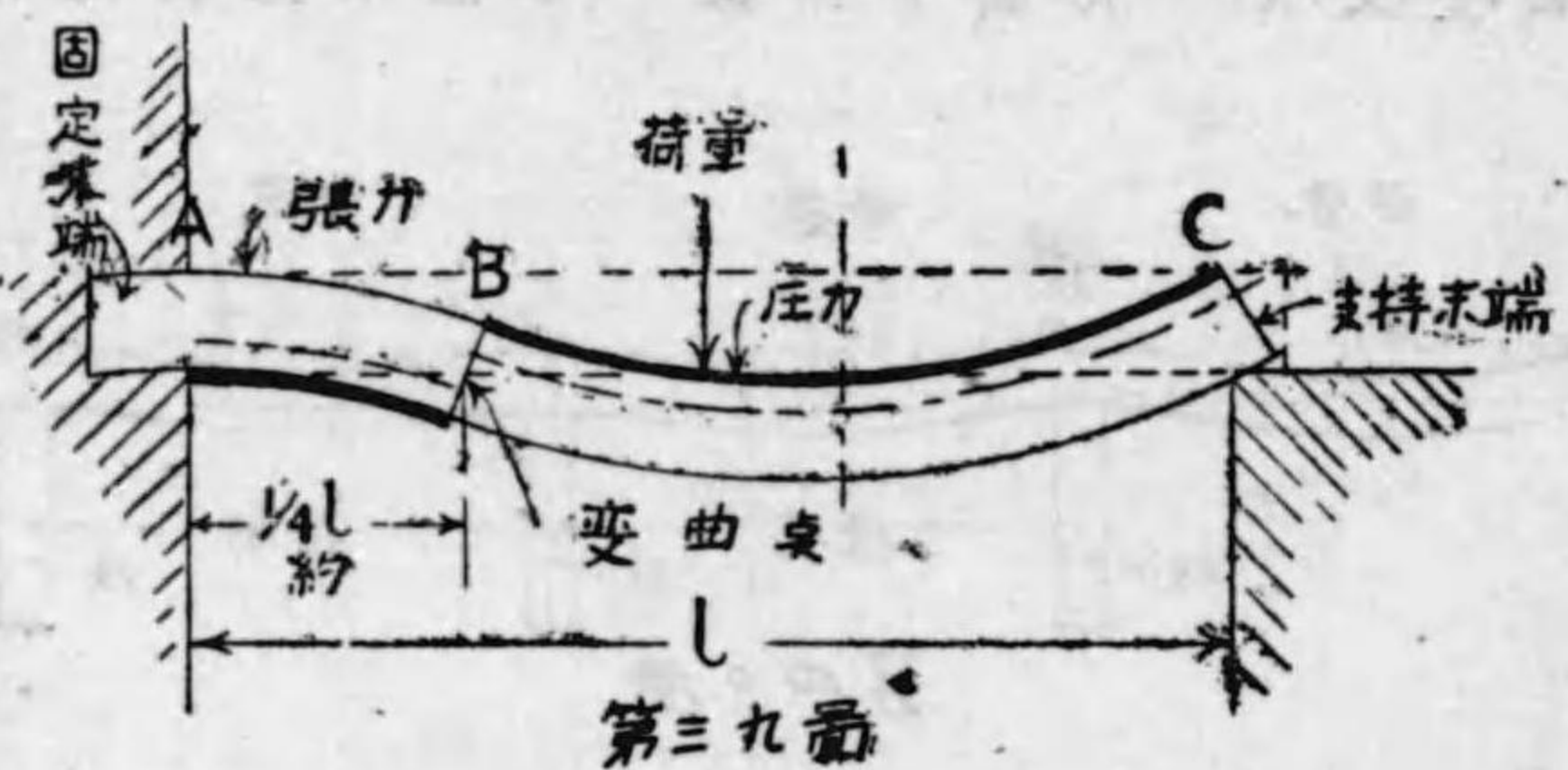
クシア)と云ふのである。

此變曲點の起る位置は其上に加はる荷重の性質により異り僅かに變ることもあるが、實地上には梁の各末端から採つて其純徑間の「四分の一」と看做されているのである。

圖では、 l を徑間の長さとし、變曲點の位置をBで表はし、又變曲點から各末端までの位置をAで表はしてある。

茲に於て吾々は一本の梁に此應力の性質に變化が起るこからみて梁の應張面に補強鐵筋を挿入しなければならぬ必要上から此應力の變化は頗る重大なことであること云ふ考へが直ぐつく譯である。従て此場合には梁の補強鐵筋はA、B二點間に在ては上表面に近く挿入しなければならぬものであつて一方で又B、B間に在ては下表面に近く鐵筋を挿入しなければならぬことが解る。斯る目的を果たす爲には鐵筋を配置して第三八圖に示すが如く兩變曲點で曲げておかなければならぬ。

梁の兩端を固定させるに其梁の最大應力を減少せしめるものであつて即ち夫は理論的に徑間を短くするに同じ結果になり従て實際上には出來得る限り此方法



を用ひるやうに努めるのである。

梁の兩端を固定せしめたものゝ其兩端が單に支持されているものとの此二梁の荷重を蒙る影響を比較試験することは容易に出来る、即ち先づ「ゴム」片か乃至は木片を約二吋角に切り或る距離を距て、二個の支持物を備へ其上へ置く。先づ最初に兩端を固定させずに只支持物の上に乗せたゞけで其上へ彎曲する程度に力を加へてみて其彎曲した形體を注意してみる。

次に兩端を支持物上に乗せて之を釘で確實に緊着せしめ其上へ力を加へるに木片乃至「ゴム」片は只支持物の上へ乗せた場合よりも遙に強靱の感じを與へ彎曲が起る程度まで力を加へるに前の單に支持物の上へ座つてゐる場合と其型體が全然違つてゐることに注意してみれば直ぐ判るのである。

(三)梁の一端が固定され、他端が支持されたるは實地上の大抵の場合には梁は其兩端が固定されていることが多いのであるが又一方で一端だけが固定されていて他端が支持されている場合も亦有

る管である。而て斯る場合に在ては「第三九圖」に示す如き状態を呈するのである。

此場合に在ては荷重の加はる作用の爲に梁は圖の如き形體に彎曲せられる傾向を有し之を大袈裟に擴大してみるとA B断面の上表面には應張力が働き、又B C断面上表面には應張力が働くものであつて即ち固定してある末端に近くの部分には腕木の働を爲し又其他の部分は支持されている梁と同じ働をなすからである。

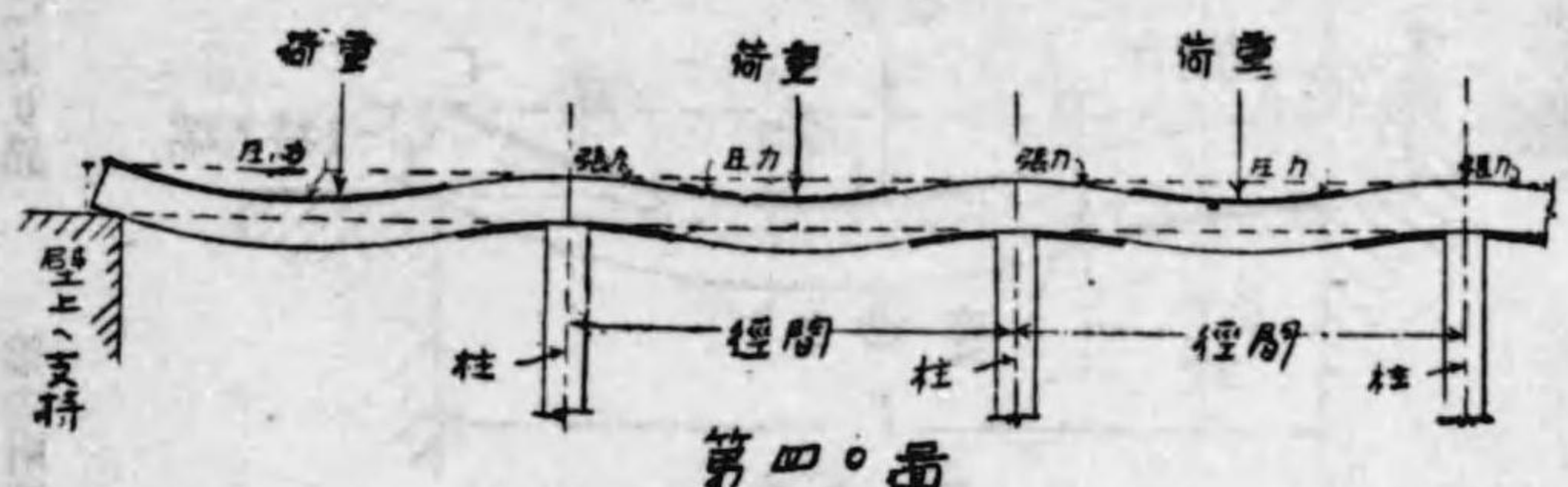
兩端が固定された場合の梁は異つた三曲線状を採つたが此場合には異つた二曲線状を採り其變曲點即ち曲線が變化する點は〇・二七三ノの點に起る、即ち之を實際的に云ふと固定末端からみて徑間の「四分の一」の位置に位するのである。

此式の梁に在ては補強鐵筋挿入の位置はA、B、點間に於ては其上表面に近く挿入すべく、又B、C、點間に於ては其下表面に近く挿入し其變曲點に於ては屈曲せしめておかなければならぬ。

連續鐵筋

混凝土梁

鐵筋コンクリート床に在ては屢々數個の徑間に跨つて連續的に梁を設計し其等徑間の中間に



ある支持は鐵筋コンクリート柱とする場合があるが此場合に在ては二柱間に跨る長さの梁は之を兩端で抑制したるもの又は兩端で固定したるものと看做し計算も夫に従て行はるべきものと看做してある。

又連續梁の片端の徑間では其梁の一端が壁上に座つて居る場合には其一端は支持されているものと看做し其他端は矢張り固定されているものと看做すのである。

數多の徑間に跨つて連續的に用ひてある梁が荷重に依つて受ける作用は「第四〇圖」に示す如くに彎曲作用を起すものである。

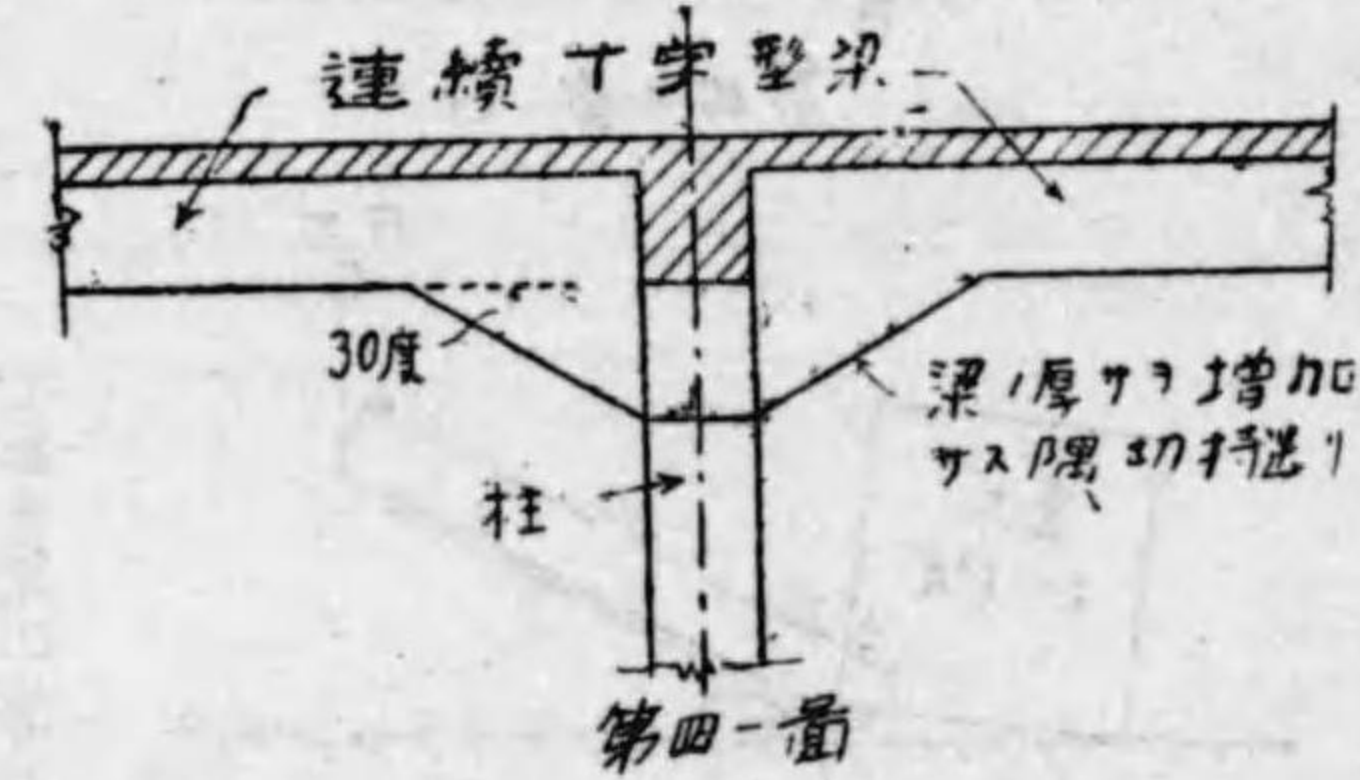
此圖の太線で表してあるのは應張力が働く箇所を示し、細線は應張力が働く箇所を示す圖をみると應力は交互に上表面と下表面に張力と壓力が柱支持の兩側に起る腕木作用の爲に働くことが判る。

此形體を帯びて設計をしてある鐵筋コンクリート梁は施工に當り最も注意を要すべきものであつて、其理由は設計上の計算ではある條件に基いて計算を行ひ又固定末端は施工後強さを必ず増加するものと看做して其強さに對し増加率を見込んで計算してあるが爲であるから設計通

りに施工を注意して行はなければならぬのである。

從て其補強鐵筋は圖に示すが如く正確に曲げ込んでおかなければならぬものであつて鐵筋の延びて行く形は設計者が設計した通りに詳細の點まで嚴格に遵守して行かなければならぬ、又支持柱上で張力の働に備へる爲に梁の上面に近く挿入する特別鐵筋は何れも正確な位置に挿入しておかなければならぬ。尙亦梁の兩端を適當に固定させる爲に何等かの方法が行はれておるとすれば充分夫を緊着させる様に念入に特別の注意を拂つておかなければならぬ、もし開うしてないと計算してある以上に彎曲を來たす虞があるからなのである。

ある設計に在て煉瓦工事と共に此コンクリート梁を用ひる場合があるが其場合に煉瓦積臺一箇所乃至は數箇所に跨つて連續的にコンクリート梁を設けるが斯る場合に在て必要なことは梁の假枠を取付けコンクリート打鐵筋挿入を行ふに先つて梁の正確な施工下面まで煉瓦臺の高さを正確に施工しておくことであつて若し煉瓦臺の高さが正確にしないと梁の假枠と煉瓦臺構築に設備した支柱等を取外すに梁と臺との間に隙間が出来るから梁に大きな曲線狀に彎曲乃至は撓曲作用を起す結果となり梁



の下面全體に張力が働くことになる虞があるので然るに設計上では梁の下面の煉瓦臺と接する箇所では壓力が働く様に設計々算してあるから茲に破綻が生じるのであるから注意せねばならぬ。

T字形 連續鐵筋 混凝土梁

T字型鐵筋コンクリート梁の場合に在ては其兩端を固定せしめることは有利でないことが判る、之れ即ちT字型梁では梁の上面全長に亘つて壓力に抵抗せしめる爲に「スラブ」の上部突縁を應力抵抗面とするからであつて、萬一T字型梁の兩端を固定するか若し抑制するとして應壓力を兩端の梁の下面に働かしめる場合がありとしたりばコンクリート部分か乃至は鐵筋量を増加し又或場合にはコンクリート鐵筋兩者を増加して之に備へておかなければならぬ。

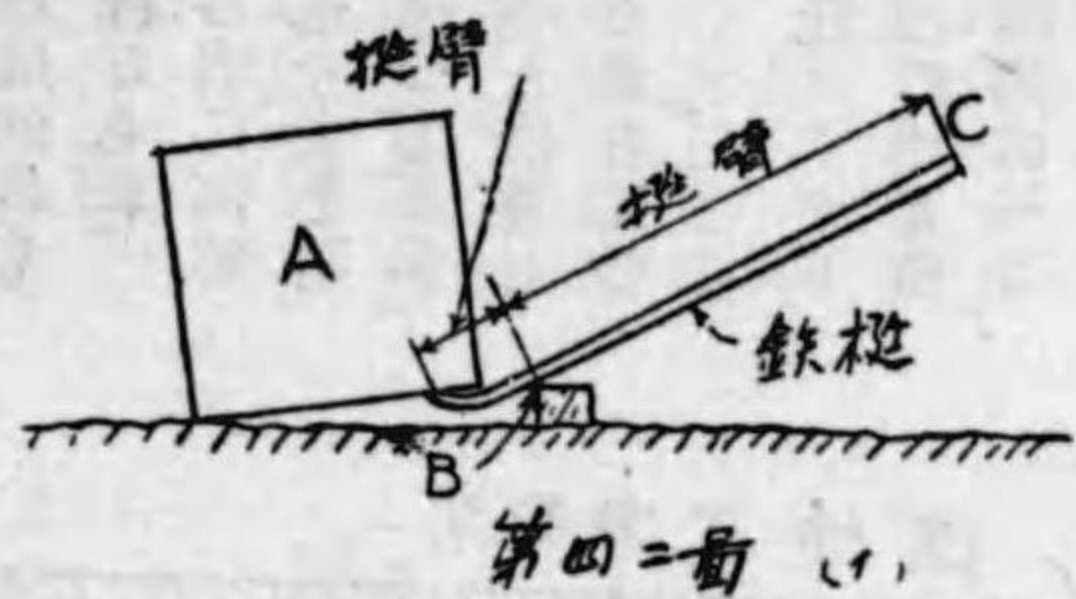
斯くも執れもから増加する必要があらざれば鐵筋量を増加することは壓力に抵抗する鋼鐵の安全率が低いから不經濟につき、若し出來得ることなればコンクリート量を増加して行く方が經濟的良策である。此コンクリート量増加方法を行ふには「第四一圖」に示

すが如く其末端に近く持送りを付けて梁の厚みを増すこゝがある。梁の厚みを増せば抵抗力を増加し突縁の支持力の減少を補ふものであるから持送(隅切)が莫迦に大きく梁の下の明高を邪魔しない限度にコンクリートで設けるこゝが最良方法である。

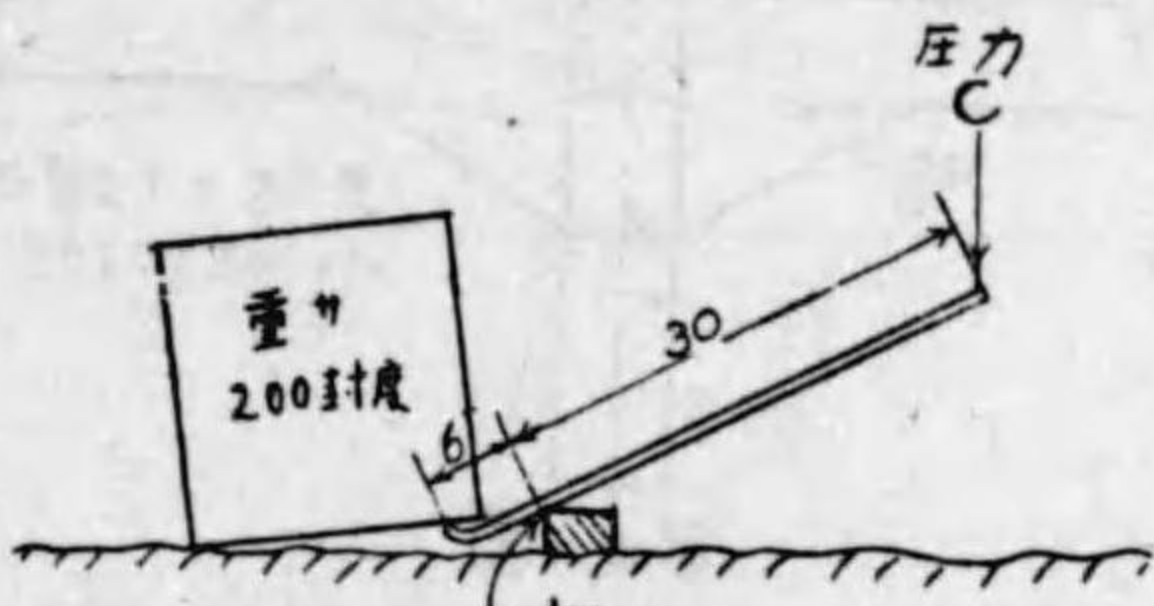
「ロンドン、カントリー、カウンシル」規則では梁の末端が應曲能率を増加させる爲に持送(隅切)を用ひてある場合に在ては其持送(隅切)は其平面より三〇度以上の角度を有せしむべからずと規定してある。此角度の制限は「第四一圖」に圖解してある。

コンクリートの持送(隅切)を斯く附加へて其上に萬一にも必要な抵抗力が得られない場合には其T字型梁の両端が固定したものであれば其残りの抵抗力は梁の應力面に鉄筋を挿入して補足するのである。

茲に注意しておきたいとは此持送(隅切)は設計者が計算してある荷重を支へるのに必要な強さを有せしめる爲に設けるのであつて決して外觀を好くする爲に設けるものではないのであるから従て他の工事同様に念入に施工せねばならぬ。



第四二番 (イ)



第四三番

且此隅切持送りをコンクリート柱に施工する場合には其仕事を隅切の下端の所までの水平面で仕事の区切りを付けておき梁の部分には隅切と共に全体の厚みだけを一度に打込む様に施工しなければならぬ。

挺率

却説次に鉄筋コンクリート梁の彎曲率と應力の變化のこゝを述べたいと思ふのであるが其前に挺の作用(リブゼレージ)とは怎麼ものであるか即ち挺率と稱するものを一寸説明しておきたいと思ふのである。

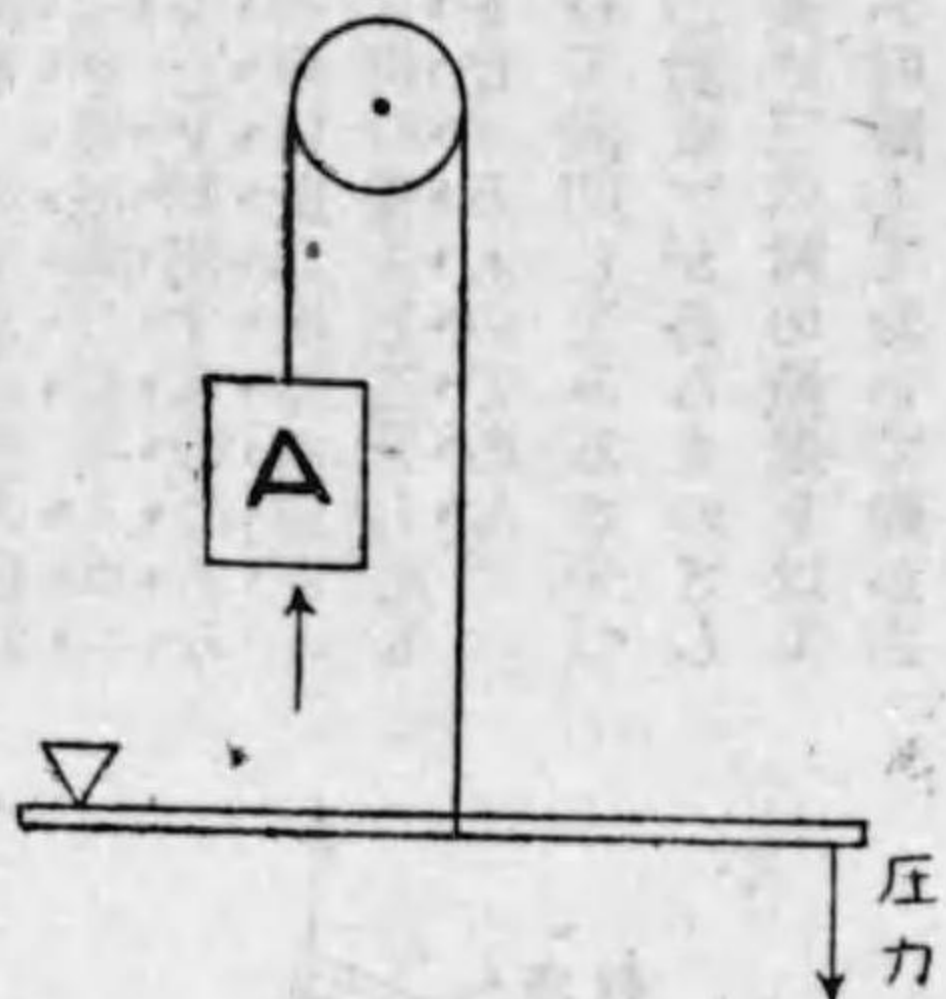
之れ梁の彎曲率と應力の變化は此挺率の長さに從て變化するものであるから此率のこゝに幾分かの智識を有つていないと、設計者が怎麼方法で彎曲率を計算するか、又は梁の上の種々の點で其彎曲率が差ふこと云ふのは何故であるかなこと云ふことが充分理解し得ないことになる。

「挺」と云ふのは建築事業ならば殆んど大抵の場合に一般

に使用されているものであつて、力業をする労働者などは自分が實際行つて説明している原理を夫は怎麼考へに基くものであるかと云ふことも又は其専門的智識なきと云ふことも全然皆無で自己の力だけでは實地に動かし兼ねる様な重たいものゝ抵抗力を利用する爲に此挺と云ふものを立派に使用しているのである。

第四二番

(ロ)

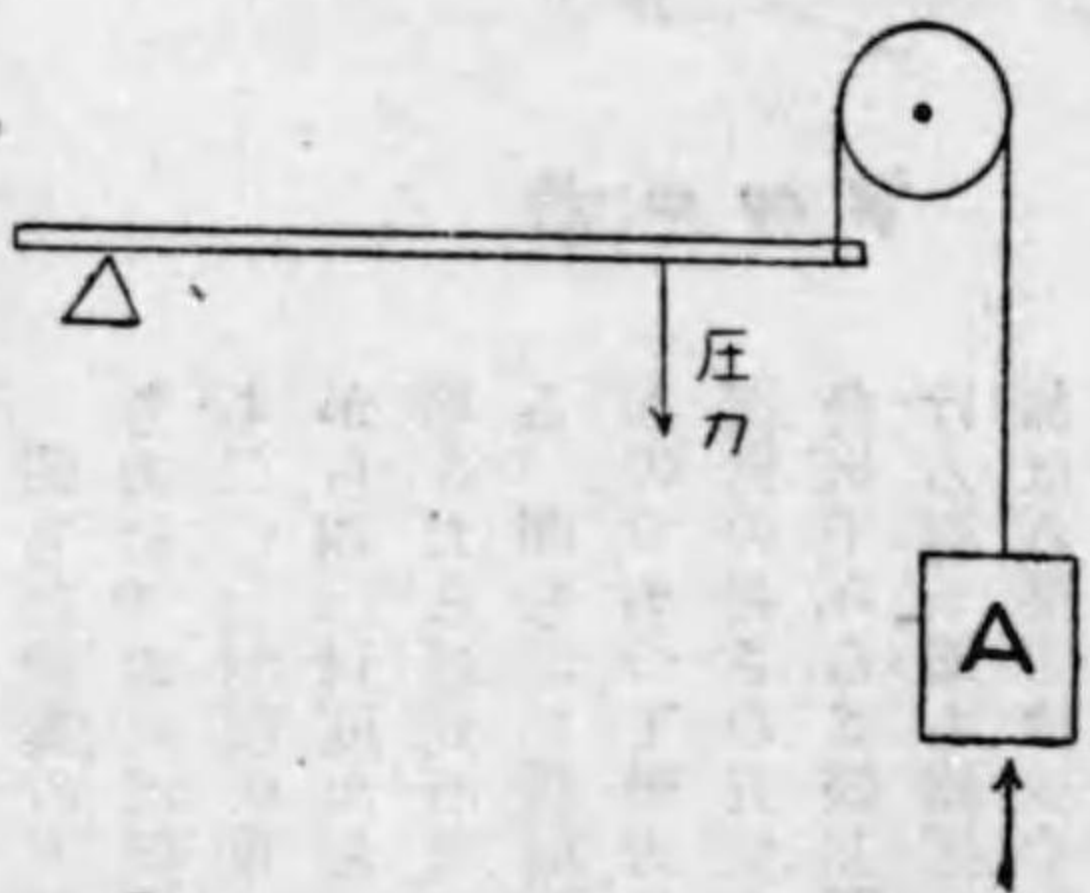


つていのである。

一番簡単な挺の説明をしてみる(クロー、バー)を用ひた場合であつて地上に木塊片若は煉瓦を敷いて其上へ鐵挺を乗せて之から持上るか移動らさせ様とする重量品の

第四二番

(イ)



の底の方へ鐵挺の先端を滑り込ませるこゝ「第四二圖」(イ)の如くする。之は第一次の挺の例であつて挺は煉瓦の末端上に在てこち上げる、之を挺臺(ファルカム)と稱して挺の支點となつて働く點を稱する意味であつて此場合には挺臺若は挺枕は重さの壓力との間に

先づ挺には三種類があつて之を挺の三次(スリ、オーダー、ス、オヴ、リブゼレージ)と云つていのであるが、此三次の孰れもの一つもある特に設計上で定めた重量を支へたり又は抵抗を出だすのに必要な力に對して各々獨特の價値を有つているのであつて鐵筋コンクリート建築設計上では設計者自身さへ漫然と知らないで行つていゝこゝがあるかも知れぬが實は凡て此挺の作用の一、二に基いて計算を行

置かれてあるものである。

第二次の挺(第四二圖(ロ))では重さが挺臺と壓力との間に置かれる場合を云ふのであつて又第三次の挺(第四二圖(ハ))では壓力が挺臺と重さの間に置かれる場合を云

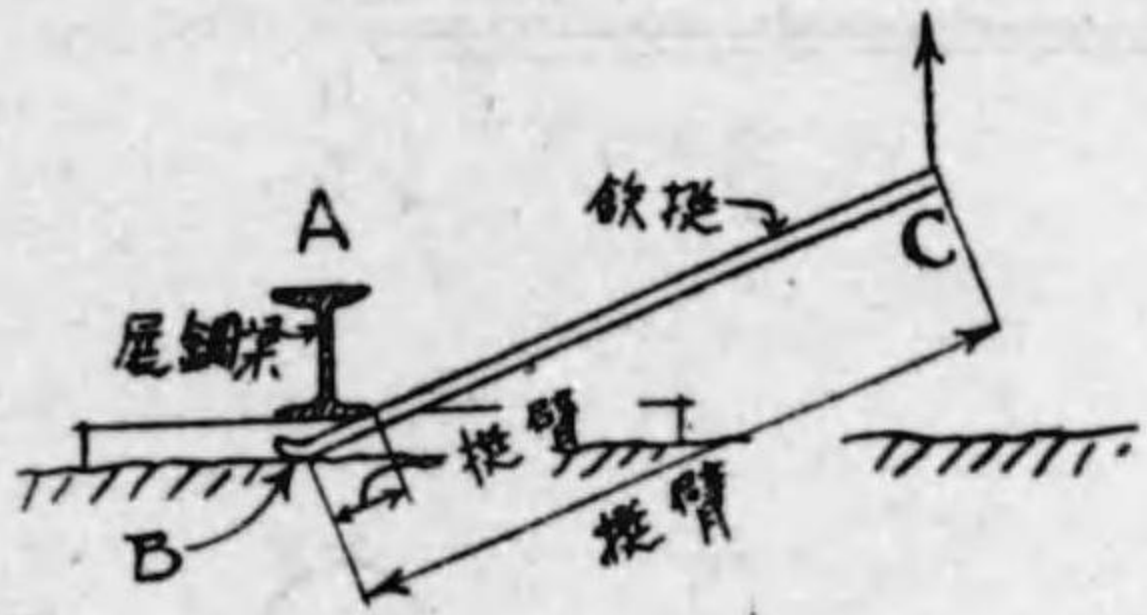
ふのである。

挺に於ては挺臺には何を使用しやうとも荷重を受けて
壓碎されない抵抗力のある丈夫なものでさへあれば何でも
可いのである。又挺に使用する棒も重さを支へても曲らず
折れないで充分の抵抗のあるものでさへあれば何を用ひて
あらうとも可いのである。要するに挺の目的
は力の量を増加すべき機械的利益(メカニ
カルアドヴァンテージ)を利用するのにある
のであつて力の量の増率は此二挺臂の長さ(即ち挺臺のある所から挺の長さを二分したも
の)の比即ち挺率に正比するものである。

今数字的の例を擧げて説明してみよう。先づ
茲に石塊(重さ二〇〇封度)があるものとし
此石塊を動かすのに長さ三六吋の鐵挺を以て
煉瓦挺臺を石塊から六吋離しておいて動かさ
うとする。

此状態を示したのが「第四三圖」であつて此
圖は「第四二圖」へ單に數字だけを記入した
ものに過ぎないから直ぐ見て解るだらうと思
ふ。

只茲に未だ未知數となつて残つて居るのは石塊を動かさ
せるに要するC點の壓力だけであるが此壓力も簡單にすぐ
計算が出来る、即ち



第四四圖

挺臺と石塊との距離に重さを乗じたものは挺臺の壓力と
の距離に壓力を乗じたものに等し
くなるのである。

$$\therefore \text{壓力} = 40 \text{ 封度}$$

即ち此鐵挺の末端に四〇封度の壓力即
ち力を加ふれば鐵挺は挺臺を通じて力即
ち二〇〇封度の重さが平均するのである
から四〇封度から一寸でも挺力即ち力が
増えたらば此石塊は動かせる譯なのであ
る、即ち之が機械的利益を利用したと云
ふのであつて壓力の挺臂の長さは重さの
挺臂の長さの五倍あつたからなのである
此例でみるに煉瓦即ち挺臺を石塊に近づ
ける程(即ち鐵挺の長さが長くなる程)
加はる壓力は少くなる譯であつて、此挺
率の原則を充分に咀嚼していれば最大限
度まで力の増加を利用することが出来る
譯である。

させるのである。此例に在ては展鋼梁(A)が其重さであつ
て地面が挺臺となつて居るので夫がB點にあるのである、
开して力をC點に加へるのである。従て重さが挺臺と力の
間にある譯である。

重さの挺臂は重さから挺臺までの距離であつて力の挺臂
は力の加はる所から挺臺までの距離であるから此場合には
力の挺臂は挺の全長さなる譯である。

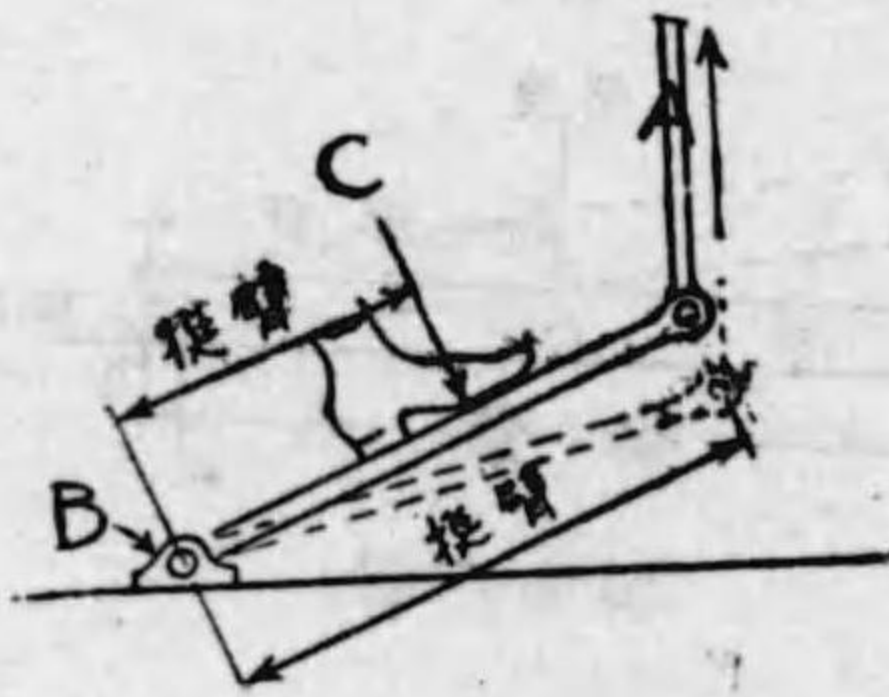
従て計算式は前同様であるから展鋼梁の重
さが二〇〇封度あるものとしたらば重さの挺
臺(地面)との距離は六吋で鐵挺の長さは全長
三六吋であるから次式を得る。

$$\therefore \text{壓力} = 33 \frac{1}{3} \text{ 封度}$$

約三三・五封度の力を加へれば展鋼梁は動く
筈である。

此第二の例でみるに「第四三圖」に示した
例と同じ長さの鐵挺を用ひて重さから挺臺の
距離も同一で同じ重さのものを動かすのに要する力は少な
い、故に此第二次の挺を行ふ方が力の利用即ち機械的利益
が多くなるが判る。

之が實際最も重要な點である、實際の工事に理論を適
用すると如何程其任に當る人に利益があるか云ふことが
之で充分説明されてゐる。



第四五圖

第三次の挺には常に機械的利益が得られないのであつて
之れ動かさんとする重さよりも夫を動かすに要する力の方
が餘計要るからであつて此挺は従つて多く便宜上使用せら
れ力の量を増さんとする目的には使用せられないのである
例を擧げて説明するに力を重さの挺臺の間におくもので
あつて其一適例は「第四五圖」に示したものである。

此例は裁縫機の踏板を示したもので重さ
即ち抵抗がAに在り、挺臺はBにある軸
針で此軸針上で踏板が動くので又力はC
點へ足で加へる。

此場合踏み動かすべき重さの挺臂は鐵踏
板の全長であるのに力の挺臂は遙に短く
て大抵の場合は踏板全長の約半分位に過
ぎないのである。今之を數字で表はすに
踏板の全長が二四吋あり又踏み動かすべ
き重さ二〇封度とするに足の力で動かす
力(壓力)は踏板の真中に加へられるもの
としたらば挺臺から僅に一二吋の距離であるから次式を得
る。

$$\therefore \text{壓力} = 40 \text{ 封度}$$

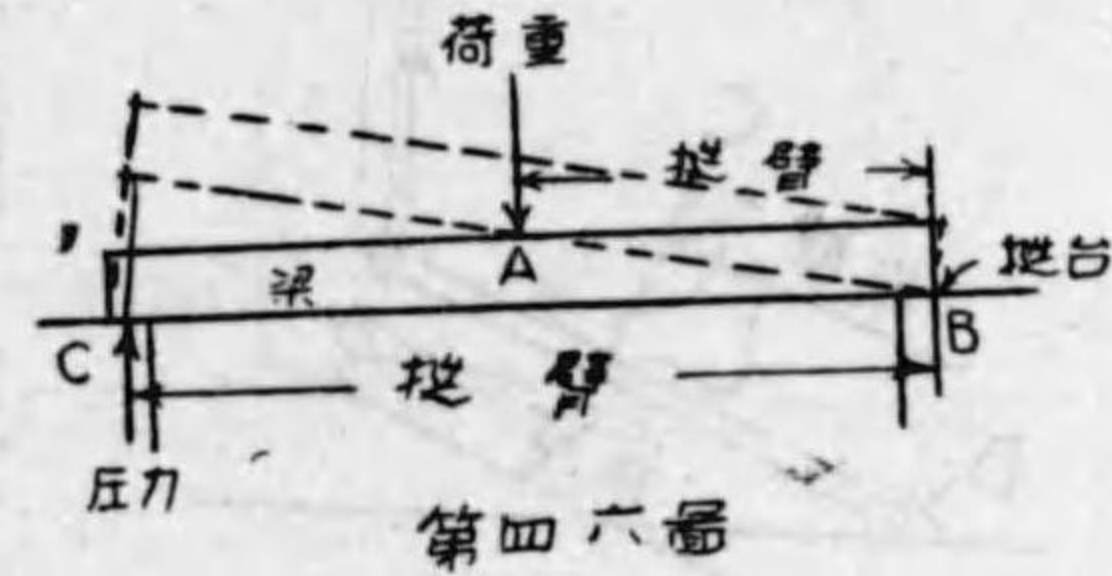
此場合に於ける挺臂の比は二四吋に對し一二吋即ち「二
分の一」に等しいから必要な壓力は重さの二倍だけを要す

るこゝになる。従て此次の挺率を稱して不利次（「ルーズィング、オルダー」）にあるものと呼ぶ譯であつて、力の損失があるからなのである。之は實際に構造物中の折々に惹起する状態なのであつて此第三次の挺の原理は建築設計上には最も重要なこゝなのであつて設計者が決定すべき反力や又は其他の要件の計算の基礎となるものなのである。

鉄筋コンクリート構造物を施工することに關係ある人々は全部此等の挺に就て述べたこゝを充分深く研究し又二、三の簡単な實例を自分で體へてみて又進んでは現場でも平易な挺の種々の重量のかゝる所やものを用ひて簡易な實驗を行つて設計家の計算と其結果が正確に適ふか否か云ふこゝを證明してみることゝを勧めらるゝのである。

以上の挺率の原理を説明したのであるから今度は夫に基いて普通の梁に此挺率の原理を適用した場合に就て説明

が出来ることになる、尙之と同時に支持に生ずる反力も梁の諸部に起る彎曲率のことをも説明することにする。梁と云へば勿論前例に示した鐵挺の場合に於けるが如くに其重さを移動させたり乃至は又持揚げさせたりする必要



第四六番

はないものであるが然し梁の重さを平均させておく云ふこゝは必要なのである。梁に反力が働いた場合に於て起る壓力は決して實際の上方向に向かふ力ではないのであつて、夫は一つの抵抗力なので支持となつて居る材料に梁の兩端から重さが加へられたまきに働いたものなのである。支持に壓力を加へるに何故反力の働が起るか云ふことは挺が挺の作用をするが爲であつて之が説明は二方法から出来る。先づ第一の方法では其例を「第四六圖」に示すが如く中央集荷重を受けて居る單梁に採つて説明すると、此場合に於ては梁はB-C間の距離の徑間に等しい全長を有つて居る一本の挺に看做すことが出来、又其重さは壓力と挺臺との間に加はつて居るのであるから即ち「第二次」の挺の場合と同じこゝになる、之れC點にある支持に生ずる上方向に向かふ壓力は點線で示してある挺（即ち梁）を上方向へ持上げ機とする作用をなし、又挺臺はBで示した他端の支持點に存在するこゝとなるからなのである。之は取りも直さず此重さの挺臂がB、C兩端から等距離にある即ち徑間の距離の「二分の一」を占めて居る支持點

に於ける壓力の挺臂は梁の徑間全長BからCまでの距離に等しい云ふこゝになる。

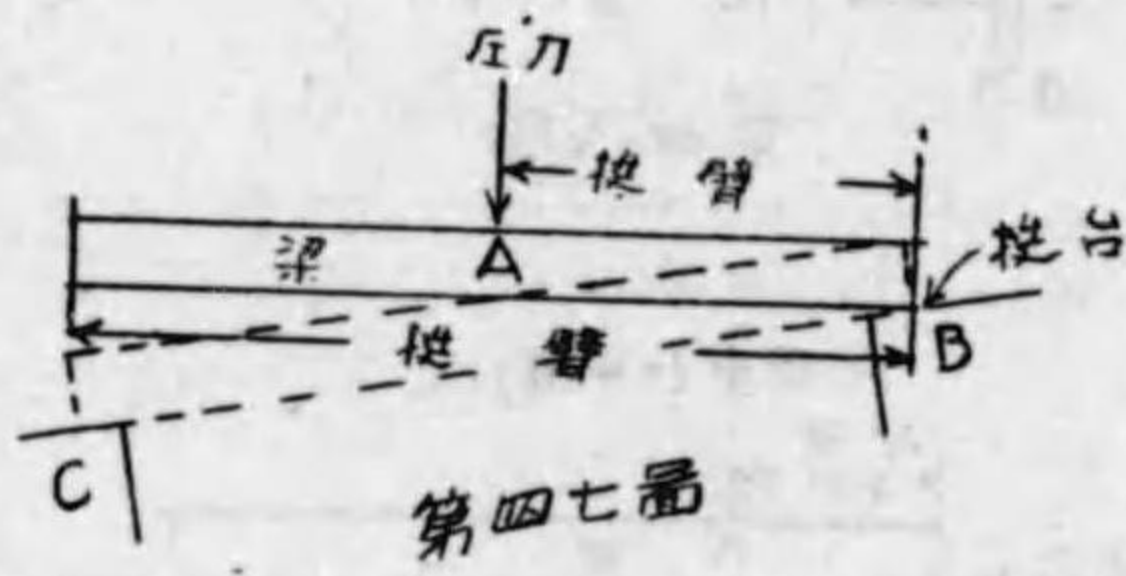
加はる重さの壓力との間に起る關係は挺率の比即ち重さの加はる位置乃至は梁上加はる荷重の如何に依て變化するものであつて、例令ば梁の徑間を一〇呎とし、荷重が徑間の中央に加はるものとすれば此場合の挺臂の長さは五呎となる。故にC點に生ずる壓力は挺臂の長さ五呎に重さAを乗じたものを徑間全長一〇呎で除したものであるから（第五七頁参照）今重さを一〇噸の荷重が加はるものとしたらば壓力は

$$(10 \times 5) \div 10 = 5$$

故にC點には五噸の壓力が生ずる譯であつて此五噸の壓力が支持點に起る反力、換言すれば支持點で支持材料の強さを出させなければならぬ抵抗力の量なのである。

今又位置を逆にして挺臺が他端即ちC點にあるものとしB點に生ずる壓力を計算しやうとした場合にも挺臂の長さは前同様でB點に生ずる壓力も亦五噸であると云ふことは明瞭である。

以上の説明は荷重が中央に加はつたものであるが爲に其荷重の半分宛が双方の支持へ移つて働き支持に壓力の働を



第四七番

生ぜしめる、又此兩支持上に働らく壓力は全荷重に等しい云ふことを示して居るのである。以上の説明に在ては梁自體の重さは説明が紛糾することを避ける爲に除いて説明してあるに心得て居る。次に第二の方法で此挺率の原理を應用する場合を説明すると先づ「第四六圖」の場合と同じ梁があつて「第四七圖」に示す如く前例通りにB點に挺臺があつて荷重即ち壓力が上から加はりC點の支持上に重さ即ち壓力を生ぜしめるものとする。斯くしてみると此例では梁は「第四五圖」で説明した裁縫機械の踏板と同様方法の作用をして居るのであるから「第三次」の挺の場合に相當するものである。前述の如く荷重即ち壓力を一〇噸とし長さ一〇呎の中心に加はるものとすればC臺に生ずる重さ即ち壓力は前例通り計算すれば五噸となる、之れ此場合の挺臂の比は一對二であるから挺臂の比と同じ割合で一端の支持上の壓力には荷重が減損するのである。一支持上に働く反力即ち壓力を計算する場合に荷重の加はる位置の如何によつて其量が大小があるものである、即ち荷重の加はる位置に接近すればする程其反力は大なのである。

今簡単な例を引いて説明すれば「第四八圖」の如く徑間一二呎の梁があり四噸の荷重が此梁に加はるものとし其荷重の加はる位置から右端支持まで九呎の距離があるものとする。

從てC點で壓力を生ぜしめる荷重の挺率は九呎に等しく又全壓力の挺率は一二呎であるから

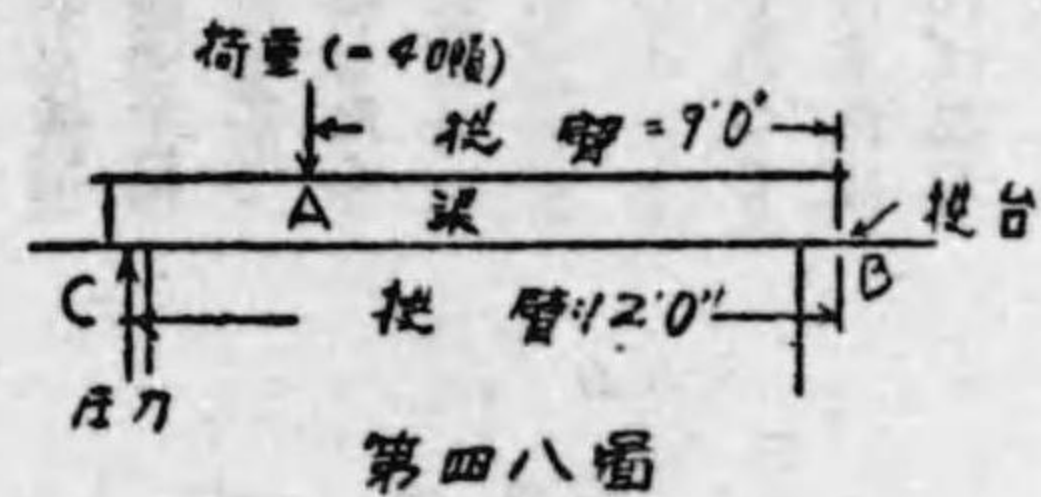
$$C \text{ 點に生ずる壓力の量は } (4 \times 9) + 12 = 48$$

即ち三噸となる。

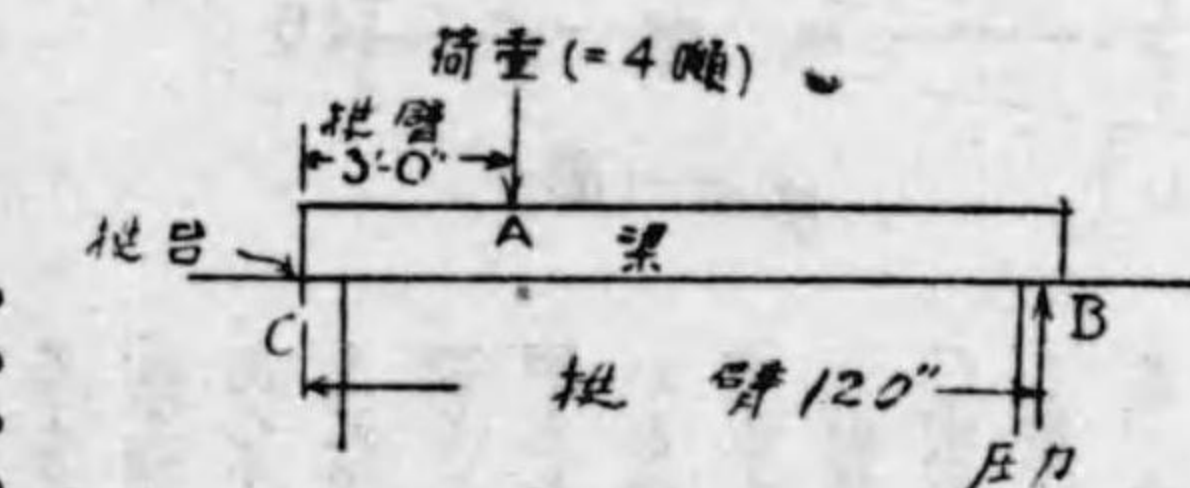
依て左端支持上には三噸の反力即ち壓力が働く譯である。

今此計算に間違がないか照合する

爲に右端支持に於ける壓力をも計算し、挺臺が前記は反對にC點にあるものとしてB點に壓力を生ぜしめる爲に挺さなる梁の上に荷重が加はるものとす(第四九圖)。



第四八圖



第四九圖

以上の説明に在て孰れも注意しておきたいことは梁の徑間は皆有効徑間(「エフェクティブ、スパン」)即ち梁の兩端の支持の中心間の距離で計算するものであつて純徑間(「クリヤ、スパン」)即ち兩端支持兩内面間の距離では計算しないのである。

之を示したのが「第五〇圖」であつて鐵筋コンクリート構造物の計算及設計では此有効徑間を用ひるものとしてあるから此有効徑間と純徑間との二者間の區別を知つていなければならぬ。

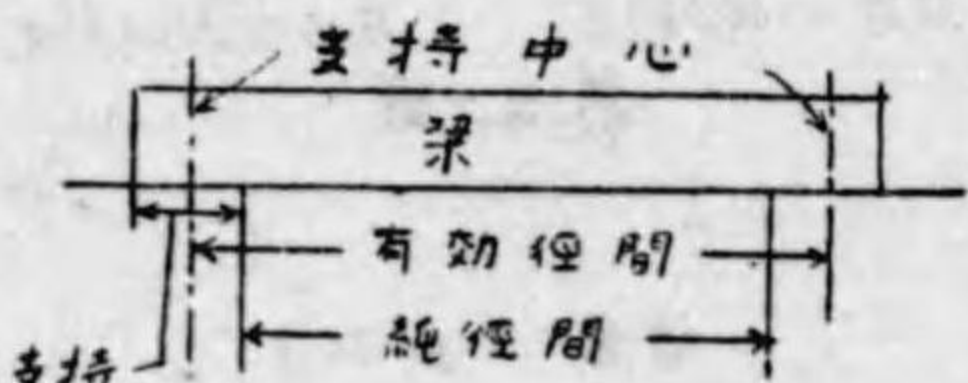
一本の梁上に數多の個所で荷重が加はつて壓力即ち反力を生ぜしめる場合にも一々其荷重を單荷重と看做して前述の方法と同様に計算することが出来るものであつて一支持上に加はる壓力を全部揃へて全反力を出だすのである。

又夫が配荷重の場合であるとするれば其反力を見出すには荷重が其梁の重心(「センター、オブ、グラヴィティ」)に加はつてゐるものとして看做し前述通り計算するのであるが、概言するに大抵の場合の配荷重は梁全長に亘つては等布荷重となるものであるから斯る場合に在ては兩端の支持は全荷重の

半分宛を支持することになるものである。(「第一五頁」參照)。

以上の支持に生ずる反力に梁の挺率を適用した概略の説明で設計圖中に要求する支持には抵抗力を出さしめる工事を行ふことが奈何に重大視すべきものであるか云ふことゝ又其大體的の計算方法を充分に呑込めた譯である。

茲に殊に注意すべきことは支持に於ける反力は荷重の大小に依て定まるものであつて單に徑間のみに対しては無關係である云ふことが云はれるのである。換言すれば徑間五呎の梁上に二噸の中央集荷重が加はれば其場合に生ずる反力は徑間三噸の梁上に一噸の中央集荷重が加はる場合よりも遙に大なる反力を生ずるのであつて即ち徑間が大であると云つても決して反力を増加させないものなのである、但し徑間の短かい梁の支持は餘り重くないでも可いと云ふことを思はせるのではないのであつて重い荷重を支へることもあるかも知れないが、支持上に働く壓力は實際徑間には無關係である云ふことなのである。



第五〇圖

彎曲(力)率
(「モーメント」)

彎曲率又は彎曲力率は彎曲量のこゝであつて此率(「モーメント」)云ふ術語は計算上で單なる重量だけを云ふ場合と區別して距離に重さ又は壓力を乗じてあ

る量を言表はす場合に用ひるものである。

鐵筋コンクリート部材の設計に於ては設計者は封度と吋(「米法採用の國では吋」)で計算するものであつて、例令ば一二吋の距離に一噸の重量がある場合には此二種の數字を乗じたものが即ち一二吋封度の量即ち率(「モーメント」)となる譯であつて夫で距離の挺率を含んでゐる重さの分量を言表はし計算上使用する力又は抵抗力に對する一つの率(「ファクトル」)となるのである。

斯の如く彎曲率は一つの數量的量(「ヴェリウ」)即ち率であつて、吋で表はした挺率を含んだ封度で表はした力の爲に彎曲作用が起る場合に用ひられるものであつて此等二數量的量のさの(「即ち力でも乃至は挺率でも」)にでも變化があれば又其彎曲率も變化するものなのである。

梁の彎曲率云へば其梁を曲けて破壊せしめる作用を爲す力の數量的量であつて、其梁が鐵筋コンクリートで出来てゐるにすれば其鐵筋とコンクリートが有つてゐる抵抗力で充分に此作用に打勝たなければならぬのである。

彎曲作用は荷重と反力の反對作用の結果起すものであつて即ち此二力は各々反對方向に働く力を代表するものなのである。

梁は此二力間にある一つの挺であつて荷重を支持に支へしめて此二力が互に中立状態を探る即ち平衡を保つてゐるのである。「第五一圖」に示したのは其簡單な一例であつて徑間一二〇吋の梁が二〇〇封度の中央集荷量を支へてゐる場合を示す。

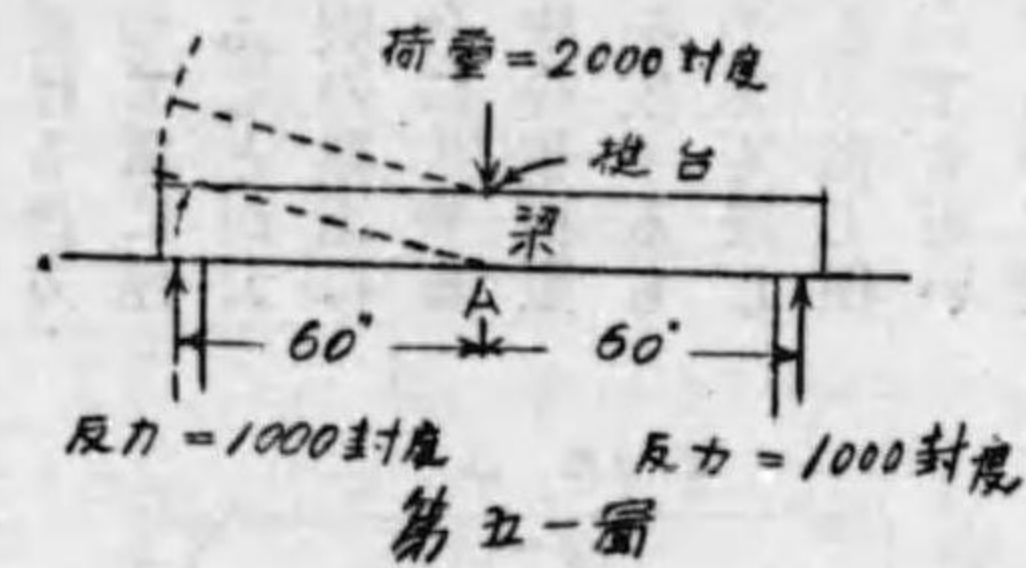
此場合に在ては一〇〇〇封度に等しい反力が各兩端の支持に働くのである。而て上方から下方へミ押す荷重が彎曲作用を起さしめ、之に對して梁云ふ中間にあるものを通じて此下向へ向ふ作用に反力が抵抗するのである。

此作用を理論的に説明するに荷重の加はる點を挺臺として點線で表はしてある如く梁は彎曲し此彎曲する作用は反力の量に挺臺からの距離を乗じたものに等しいのである。

此例では故に彎曲作用は

$$1000 \text{ 封度} \times 60 \text{ 吋}$$

即ち六〇〇〇〇吋封度に等しいのであつて此六萬吋封度が彎曲率の数字的量の量なのである。但し此量は最大彎曲率なのであつて、換言すればA點で示

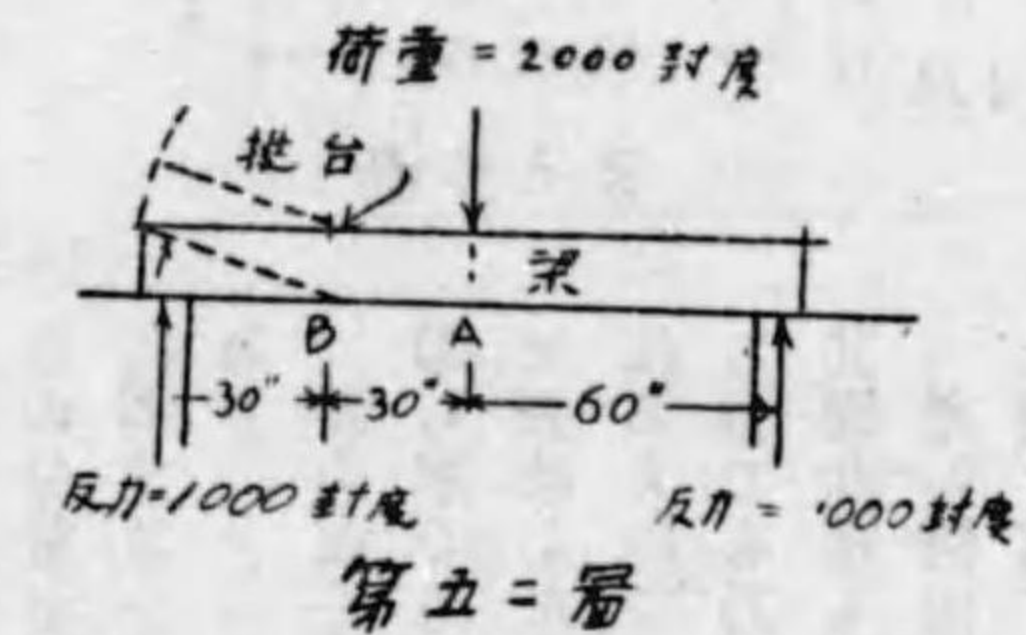


した位置は徑間の中央であるから最も彎曲作用が甚しい所なのである。

從て此彎曲作用は荷重の加はる位置(即A點)が支持に近く行くに従て段々減少すべき筈である。

「第五二圖」では別の位置の彎曲作用を計つた場合を示したもので、即ち別の位置の一點B

は支持から僅に三〇吋にする。此場合の彎曲作用を表はすに點線で示すに其反力の挺率は一〇〇〇封度(此場合も矢張り一〇〇〇封度)に支持からB點までの距離(三〇吋)を乗じたものに等しいのであるから即ち



$$1000 \text{ 封度} \times 30 \text{ 吋} = 30,000 \text{ 吋封度}$$

である。

之をみるとB點に於ける彎曲率はA點に於ける彎曲率の量の僅に半分である云ふことが判るが夫は彎曲率は徑間の中央(中央集荷重を支へる)最大であると云ふことを示し又一方で其兩端支持の方向に行くに従て彎曲率は段々ミ

減少するものである云ふことを示すものである。

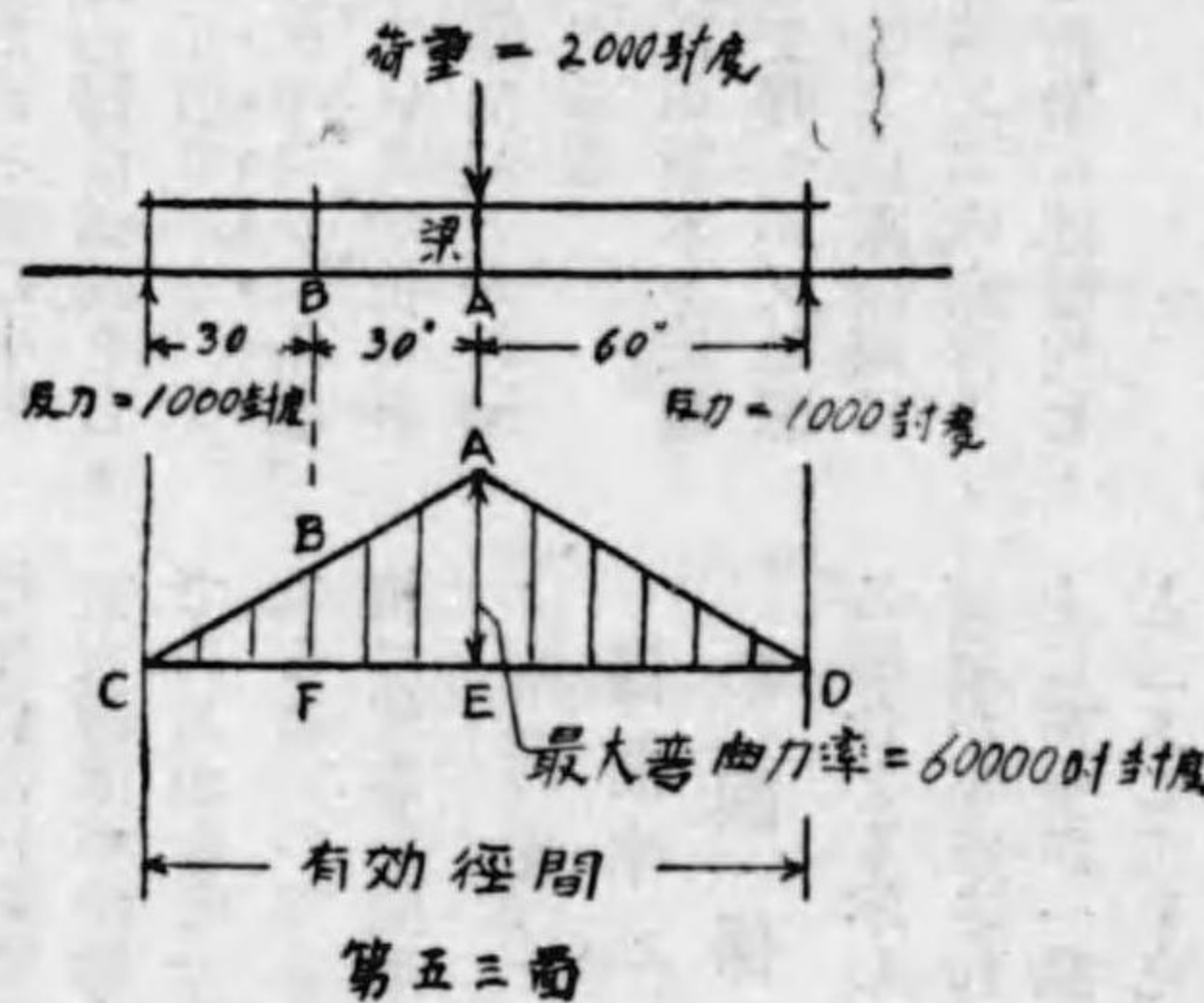
之を驗してみるのは梁全長に亘つて數多の箇所を定めて上記の方法に従て其彎曲率を各々計算してみるに判るが其率の差異、大小は支持力から各々其點に至るまでの距離の長短に直接比例してゐる云ふことが判る。

支持點に於ては彎曲率は零であつて、

又最大彎曲率は中央にある、從て何處でも其等の中間(支持と中央の)の點の彎曲率は梁の徑間の長さに従つて圖表式に寸法で定めて計算することが出来る、即ち「第五三圖」に示すが如く梁の中央に交らしめて計算用として垂直線を引き次に兩支持から此垂直線に交はらしめて水平線を引き此垂直線の頂點が最大彎曲率を表はすものとして水平線が支持と交はる點を其頂點を結ぶ。

斯すると此水平線を底邊とした三角形が出来た。此三角形中の垂直線の長さは梁の寸の點を探つても最大彎曲率を定めるものに引いた垂直線と同じ割合で其點に於ける彎曲率を表はすものである。

例令ば「第五一圖」に於てA點の彎曲率が六萬吋封度であつて此彎曲率圖に定めた比率尺が一吋に對し一萬吋封度



あるとすれば同じ圖である「第五三圖」に於けるAE線の長さは六吋あることになる、又BF線の長さは三吋であつて一時に付一萬吋封度であるから、BF線は三萬吋封度即ちB點に於ける彎曲率は三萬吋封度であること前の通り計算出来る。

茲では梁の汎ゆる種類や又其上に加はる汎ゆる種類の荷重につき一々彎曲率の實際計算方法を述べるのではない夫は本書の範圍外のこゝなのであるが併し初歩程度の一定のきまりきつた實例を擧げて以て設計者が詳細な點まで設計してある場合に大に影響のあること等を充分教込み理解させておくことは最も必要であると思ひ茲に説明を行つた譯なのである。

彎曲率は梁に諸應力の働を起さしむべき荷重に其反力の数字的量の量であつて梁を設計する場合には其梁の抵抗力は其梁が耐へなければならぬ彎曲率の大

小如何に依つて定めて設計するものである。梁が彎曲率に抵抗する数字的量をば應曲能率、若は單に曲能率又は抵抗力率(モーメント、オヴ、レヂスタンス)と稱してゐる。故に曲能率は梁が完全のものとしたらば必ず其

梁の彎曲率に等しくなければならぬものなのである。

既に彎曲率の數字的量は梁の諸所に於て同一ならず皆變ることは説明したが、茲に又梁を設ける場合に工事を經濟的に設計しやうと欲するならば其梁の曲能率も宜しく變へて設計すべきであつて、之れ彎曲率が最大である梁の中央個所と同じ程度に梁の支持のある個所に對し彎曲抵抗を有たしめる様な設計の方法は要するに材料の冗用である。之れが即ち支持梁を用ひてある場合に梁の中央から兩端支持に行くに従つて補強鐵筋の量が少くなつてゐる理由であつて之れ支持に近づくに従つて次第に彎曲率は減るから補強鐵筋も次第に其數を少くして使用するのである。

其鐵筋の減らし方法は鐵筋中の減すべきだけの數本を末端を曲げ込んでおき其他の鐵筋は其儘延ばして行くか又は應張面から鐵筋を數本上部へ屈曲させておき——此應張面には鐵筋は必要はないから——以て桁腹(ウェブ)の應剪力を助けるか乃至は數多の徑間に跨つてゐる桁梁に連續性を附與せしめるのである。

鐵筋コンクリート梁に挿入する鐵筋は同じ一つの梁中に在ても位置が異なるに従つて各々計算上から割出して挿入方法に相違があるものであるから従つて其梁の工事の設計書通り充分正確に施工することが最も肝腎であつて、長さが不正確、不足してゐる鐵筋を挿入することは要するに彎曲率が最も大であつて些しでも鐵筋の不足を許さぬ個所

に鐵筋が脱落してゐる結果となる。

殊に梁の一ヶ所だけでなく諸部に集荷重が加はる場合には最も此事は重大關係を及ぼすものであつて、之れ此場合には梁の最大彎曲率は必しも徑間の中央に起るものと定まつてゐないのであるから職工長に採つても一目して何處に最大彎曲率が働くものであるか云ふことを決し兼ねるのであるから充分設計書通り嚴格に施行をしておかなければならないのであつて、職工長としては單に設計圖に従つて嚴格に工事を完成すれば其責任は果たせるのである。

配荷重と 大抵の梁を設ける場合には配荷重を支へしめる場合が多いのであるから茲に此配荷重が加はつてゐる梁上に向も位置を異にして所々に種々の彎曲率が働いて

る場合をも示しておき、夫で前に掲げて來た諸實例は單に荷重が等布されてゐる場合計りに當るものでなくて又其上に荷重が一點に集中してゐる場合にも當るものであると云ふことを充分知らしめておく必要があると思ふ。

此意味に於て「第五五圖」に示した例は二〇〇〇封度の配荷重が加はつてゐる徑間一二〇呎の一本の梁の中央(A點)に最大彎曲率が働いてゐる場合である。

前例に従つて彎曲率は彎曲率が働く點までの距離に反力を乗じたものであるから此例では反力は一〇〇〇封度、中央までの距離は六〇呎である。

然るに「第五一圖」に點線で示した如き梁を支持する作用は此例では挺臂上に存在する荷重を受けてゐる部分に依て定まるものであつて即ち此荷重が下方に向つて働らき上方に向かふ反力の強さに對し抵抗する作用をするのである。之も亦簡單な挺率の問題であつて上方に向かふ作用に逆らふ荷重の量は挺臂上の荷重の量に荷重から挺臺までの距離を乗じたものである。

此場合の挺臂の長さは梁の全長の半分に等しいのであるから其長さ上加はる荷重の割合も半分であるべき筈であつて即ち一〇〇〇封度に等しくなる。

而て此一〇〇〇封度が重心に働らくのであるから挺臺から三〇吋離れてゐるB點に此重さが働くものと看做すことが出来る。

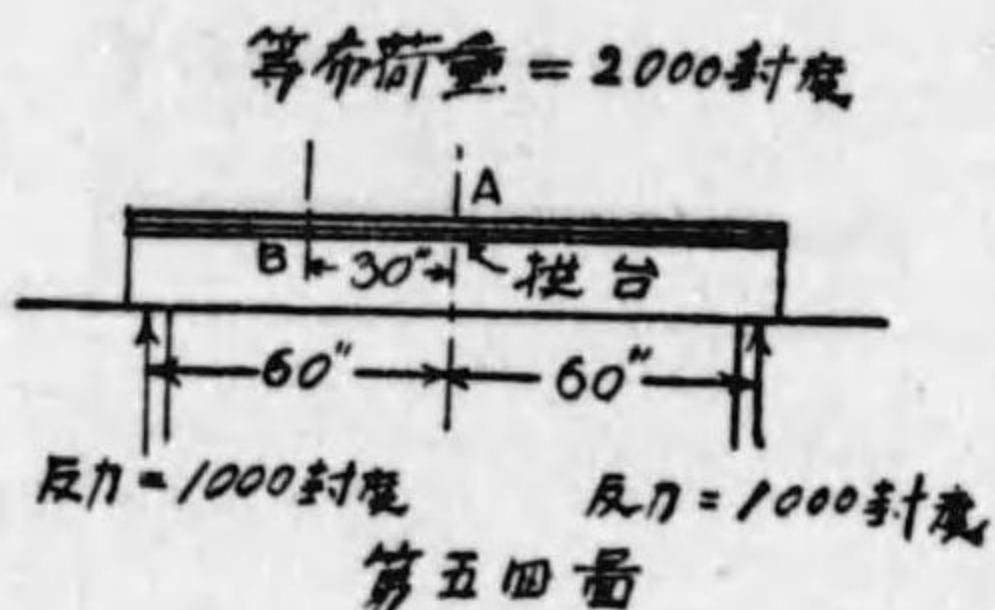
之に依つて次の如き計算が出来る。

(イ) 上方に向かふ反力作用

$$1000 \text{ 封度} \times 60 \text{ 吋} = 60,000 \text{ 吋封度}$$

(ロ) 挺臂上にて荷重が下方に向かふ作用

$$1000 \text{ 封度} \times 30 \text{ 吋} \times 30,000 \text{ 吋封度}$$



然るに此イの量はロの量に依つて一部減殺されるから實際の彎曲率は六〇〇〇〇吋封度から三〇〇〇〇吋封度を引いたもの即ち三〇〇〇〇吋封度となる譯である。

此三〇〇〇〇吋封度は最大彎曲率であつて此量は「第五一圖」に示した中央集荷重となつてゐる同量の荷重で生ぜしめた彎曲率の半分であると云ふことに注意して貰いたいのである。

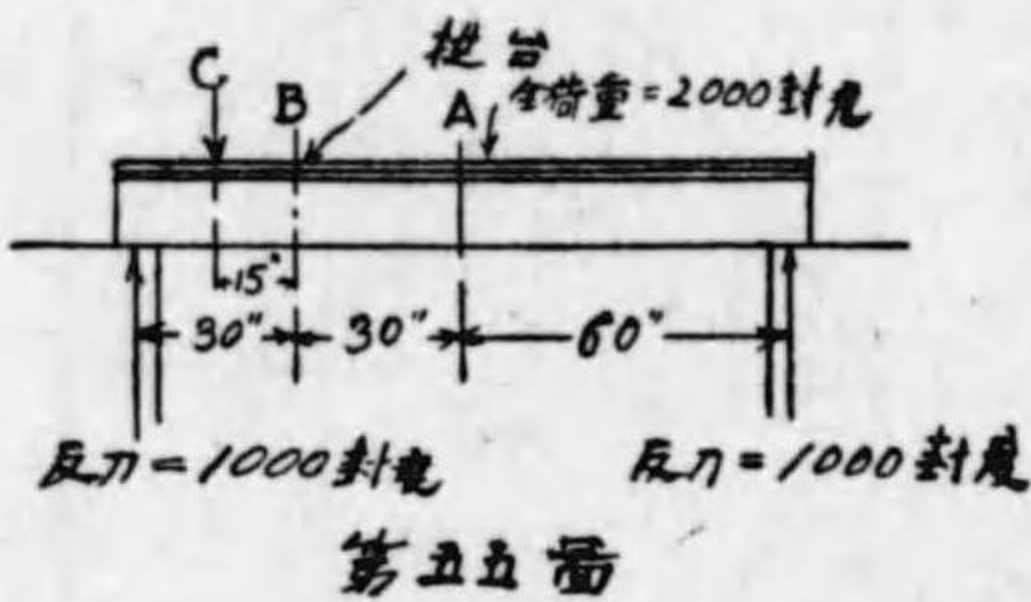
B點以外の彎曲率を見出すには夫が何處であらうとも之と同様方法で反力に其點からの距離を乗じて得たものから挺臂上の荷重の量に其點までに至る距離を乗じて得たものを引いて得られるのである。

實例を引いて之を説明すると同じ梁で、同じ荷重で「第五五圖」に示すが如くB點に於ける彎曲率を見出さんとするものとする。

此場合の反力も亦一〇〇〇封度であるが挺臂は三〇吋にあるから上方に向かふ反力は

$$1000 \text{ 封度} \times 30 \text{ 吋} = 30,000 \text{ 吋封度}$$

となる。挺臂上加はる荷重は全荷重の「四分の一」に等しいから五〇〇封度となり此五〇〇封度が挺臺から一五吋の距離にある重心に働くことになる。



從て下方向に働く作力は

$$500 \text{ 封度} \times 1.5 \text{ 封度} = 7,500 \text{ 封度}$$

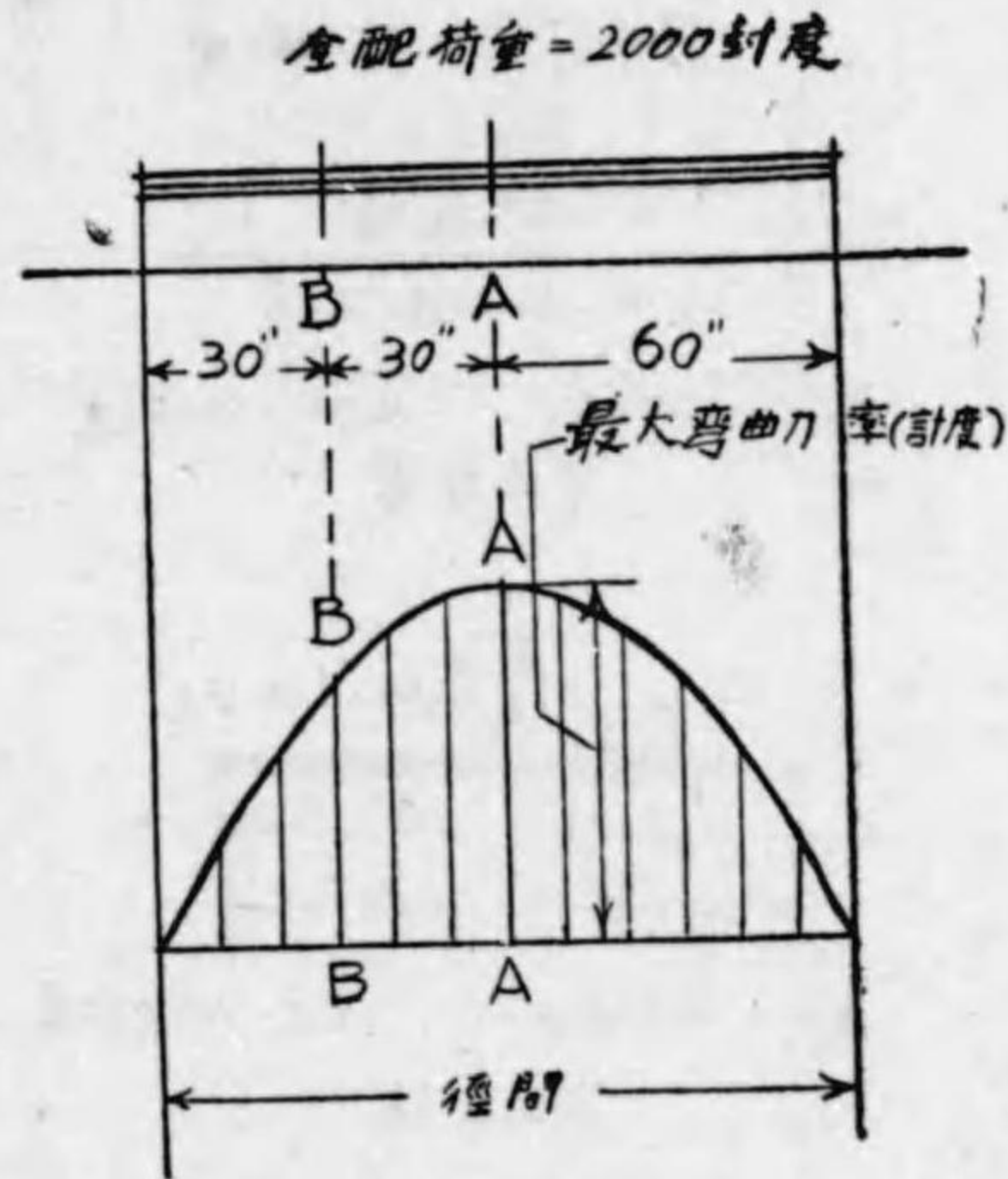
となる。

故に求めんとする實彎曲力率は三〇〇〇〇封度から七五〇〇封度を引いた二二五〇〇封度となる譯である。

此二二五〇〇封度は梁の中央に於ける彎曲率の半分以上であることが解るが、此點に於て第一「五二圖」のB點に生じた彎曲率と其状態が異つてゐるものであつて同圖のB點に在ては徑間の中央に加はつてゐる中央集荷重の正に半分であつたのである。

斯の如く配荷重の場合に於ては其彎曲率の大小程度は荷重が集荷重である場合は同一でないであつて、之れ挺臂の長さに対する荷重量の關係によるからなのである。

集荷重の場合に於ける彎曲率の大小程度は「第五三圖」に示してある如く斜線で表はしてあるが等布荷重の場合に於ける彎曲率の大小程度を表はさんとする「第五六圖」に示すが如く曲線となる。



第五六圖

此曲線は一の拋物曲線狀を爲してゐるものであつて其中央部の最大彎曲力率は前に説明したと同様に其大小を計算の目的で示したものであつて、從て其中間の一點は何處であらうとも其彎曲率の價置(數字的量)を見出さうとするには前例同様に其點からの垂直並行線の長さを測つて最大彎曲力率を示した線と比較してみれば判る。

今此曲線を正確に引いてあるとすれば最大彎曲力率の働く個所から引いた線即ち彎曲力率の數字的量を三〇、〇〇〇封度とすればB點から引いた線即ち彎曲力率の數字的量は二二五〇〇封度を表はすことになる。

何人でも簡單な例を採つて圖表(ダイヤグラム)を作り計算してみることを勵めるのであつて、夫で以て力の原理や計算方法に熟達せんことを望むのである。

以上大體に彎曲力率の變化に就て説明したのであるが之を終るに先つて梁の末端を抑止したり又は固定させた場合に如何なる影響を受けるか其ことに就て一寸説明しておき

たいのであつて之れ此状態は屢々實際上起る問題なのであると思ふ。

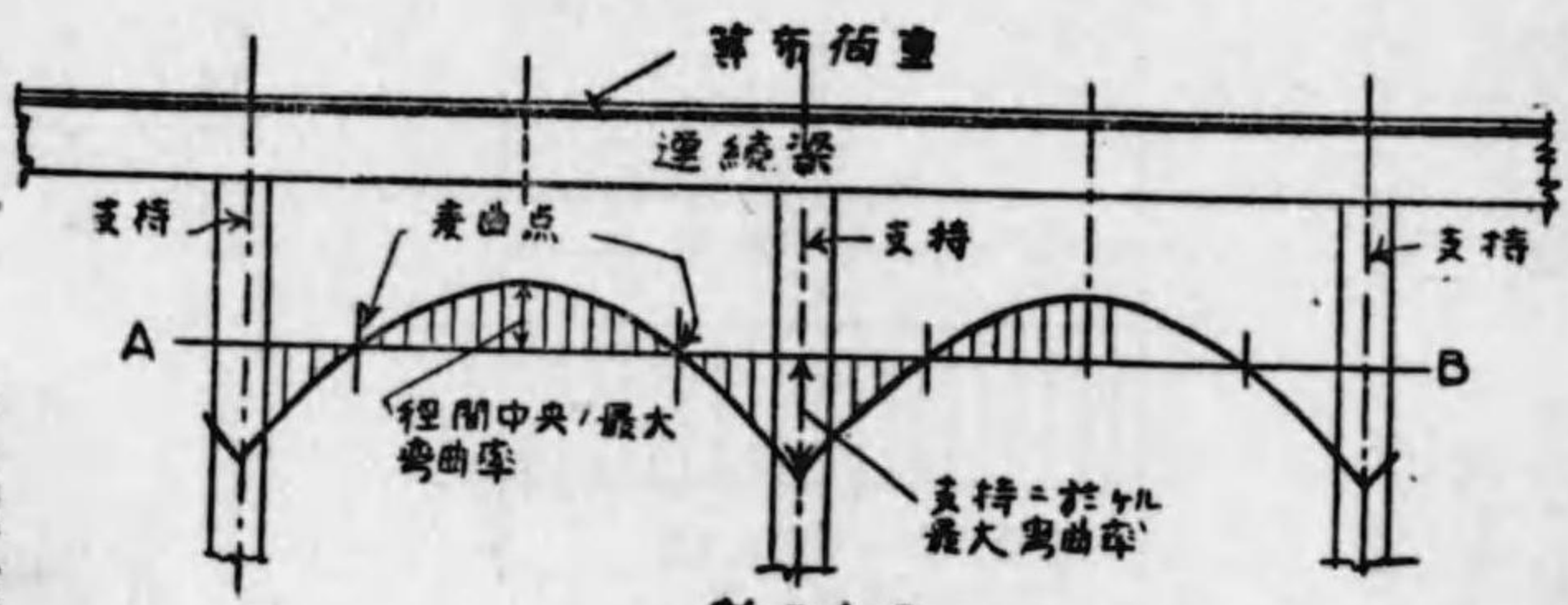
既に説明した如く連續梁に在ては支持の兩側にある部分は肱木の作用を爲し其中央部分は肱木の各末端で支へられる梁の作用を爲し夫が爲に「第四〇圖」に示すが如き梁の、下面に交互に應張力が働くのであつて、斯く應力が變化する點を「彎曲點」と稱し此働が起る點には張力も乃至は壓力も働かないのである。

故に從て支持梁の場合に於ける反力の挺率と荷重に對する普通の簡單な諸規則は連續梁には適用が出来ない譯である。

些しも應力の働が生じないとしたら彎曲力率も生じない筈であるが然も支持のある點には彎曲力率が生じなければならぬ、之れ即ち肱木の部分は梁の中央部分の各末端を支へる役目をするからなのである。

此状態は取も直さず梁の徑間の中央部分に一の彎曲率を生じ、而て彎曲點には些しも彎曲率を生じないものであると云ふことになる。

何が故に此彎曲率の數字的分量を確定する必要があるか



第五七圖

其理由や、又如何なる方法を以て此彎曲率の數字的分量を確定するか其計算法などは本書に採つては餘り深入した専門的に亘ることは省くことにして

連續梁に在ては梁上の位置には異つた彎曲率が生じることを云ふ概念を與へれば夫で充分であらうと思ふ。

等布荷重を受けてゐる連續梁は「第五七圖」に示すものであつて圖の梁の眞下の陰影部分は其彎曲率の差異の大小を示したものである。

A-B線は水平線であつて彎曲力率曲線を二部分に分つたものであつて此A-B線の上にある部分は梁の作用をなしてゐる部分の彎曲力率を示し、A-B線の下にある部分は肱木の作用をなしてゐる部分の彎曲力率を示すものであつて應張力が上面に働く箇所の彎曲力率なのである。

圖をみると彎曲力率曲線は其彎曲點に於てA-B水平線と交はつてゐるのであつて如何なる一點に在ても彎曲力率の數字的分量はA-B水平線上にある彎曲力率曲線に於ける垂直線の長さに等しいのであるから此二線(A-B水平線と彎曲力率曲線)が相交する點に於ては彎曲力率は生

じない云ふことが明瞭である。

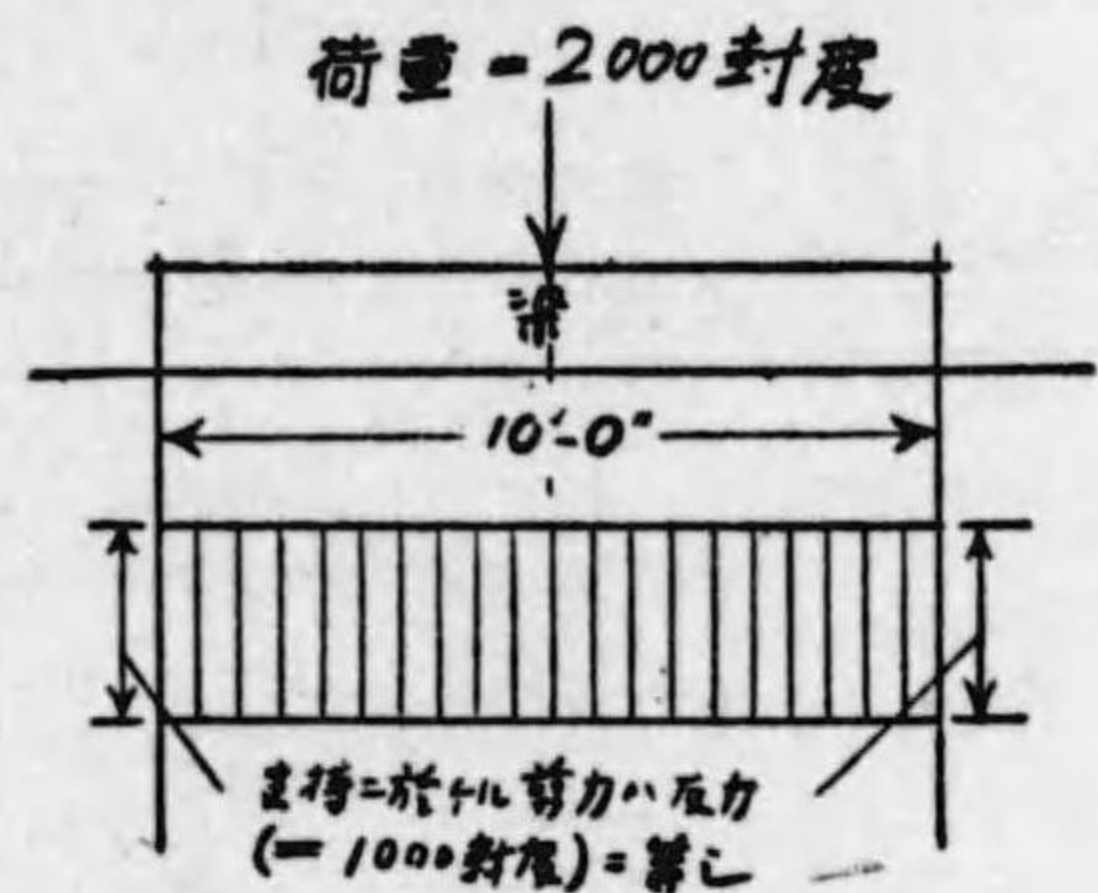
以上の彎曲力率は「第五六圖」に示した曲線に相似の地物曲線を爲すのであるが異なる所はA-B水平線に依つて二部に切斷されている。

之を以てみると支持點に於ける最大彎曲力率は變曲點に近づくに従つて漸次減少して行き變曲點に於ては零となることが判る。

而て此變曲點から徑間の中央に行くに従つて彎曲率は漸次増大して行き遂に再び最大點に達するのである。

從て最大補強鐵筋量を要する所は此彎曲力率が最大の箇所即ち支持點の中央部分で其荷重が等布荷重で梁が數個の徑間に跨つて連續的になつてゐるか又は其兩端が固定してゐる場合である。而て應張力の働は梁の下部から梁の中部に移つて行くのであるから夫に従つて補強鐵筋挿入位置も梁の下面に近い所に挿入し其を中央部で上面に近く屈曲させなくてはならぬ。

鐵筋コンクリート建築に在て固定連續部材を計算する場合に種々の複雑な條件が起るが此等の六ヶ敷い場合を研究して行くに徒に讀む人の頭が混亂する許りで強ては鐵筋コ



第五八圖

應剪力

應剪力の説明は既に建築工事に起る諸應力の説明をした際述べておいた筈であるが、尙亦梁の全長に互つて此應剪力が變化する場合をも述べて此説明を完成させておく必要がある。

元來此應剪力は荷重と反力とに依て生ずるものであつて此二者が相互に梁と云ふものを通して相反して働くからなのである、即ち荷重は下方へ押さう押さうしし之に反對に反力は之に抵抗して上方へ上方へ働く。

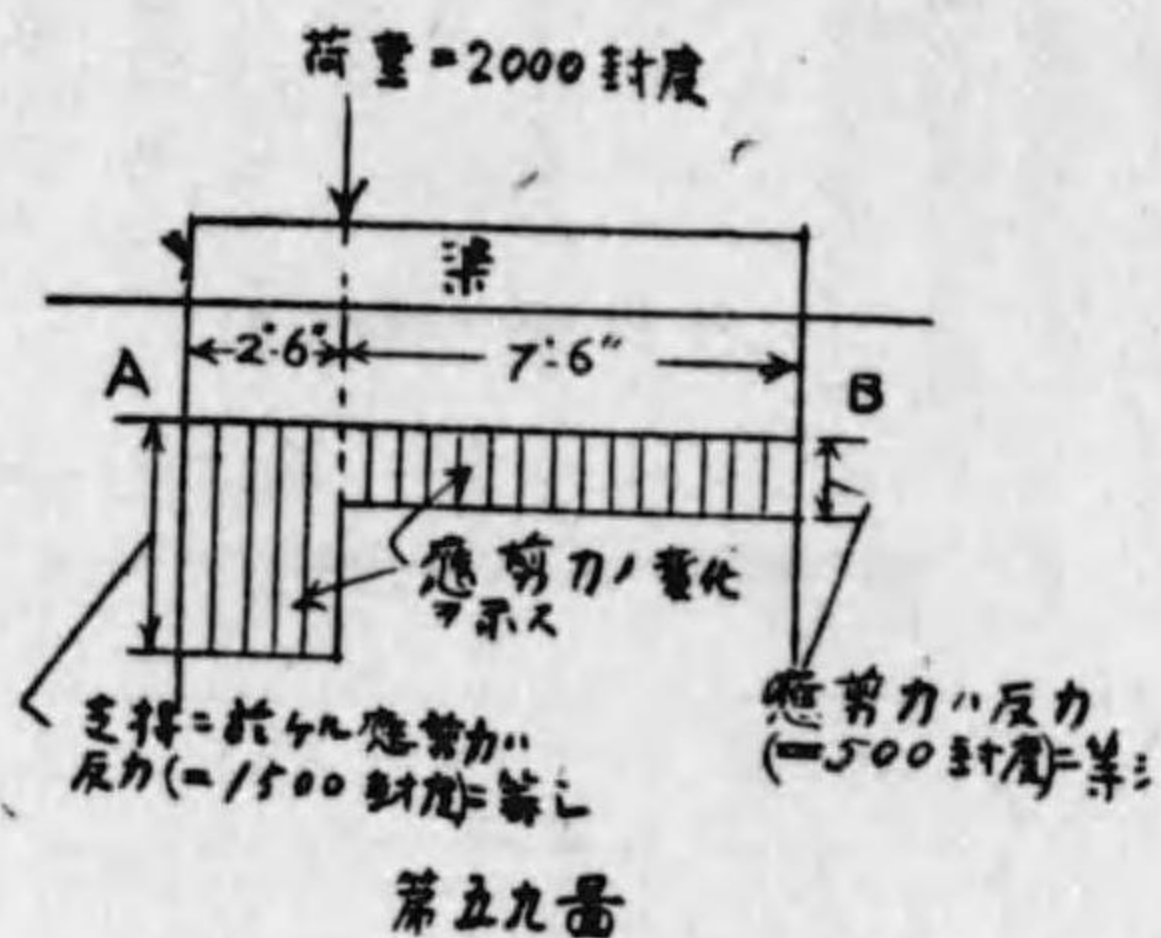
梁に應剪力が働くに於ては其部が垂直方向に水平方向に双方に移動する傾向を有するものであつて、此際彎曲率の場合に於けるが如き挺率の問題は起らぬものであるが、之は應剪力が梁の如何なる點に於ても相反する方向に

働く二方に依て生ずるが爲である。

如何なる點に於ても此水平剪力、垂直剪力の數字的分量は相等しくあるべき筈であつて、即ち換言すれば水平層に移動する梁の作用は垂直層に移動する梁の作用と同じである、故に應剪力云ふ語を用ひた場合及びある什麼例でも可いが其例に關して用ひた應剪力の數字的分量は以上の(即ち水平垂直の)應剪力の孰れもの一方か乃至は兩方を云つてゐるものなのである。

應剪力は荷重に反力が抵抗するが爲めに生ずるものであるから最大應剪力は應剪力が反力と其各數字的分量が相等しくなる場合に必ず支持のある所に生じるものである。

「第五八圖」は之に對する簡單な例を示したものであつて此場合に一本の梁が徑間一〇呎に跨つて夫に二〇〇〇封度の中央集荷重が加はつた場合を示したものである。此場合に荷重は中央に加はるのであるから梁の兩端に於



第五九圖

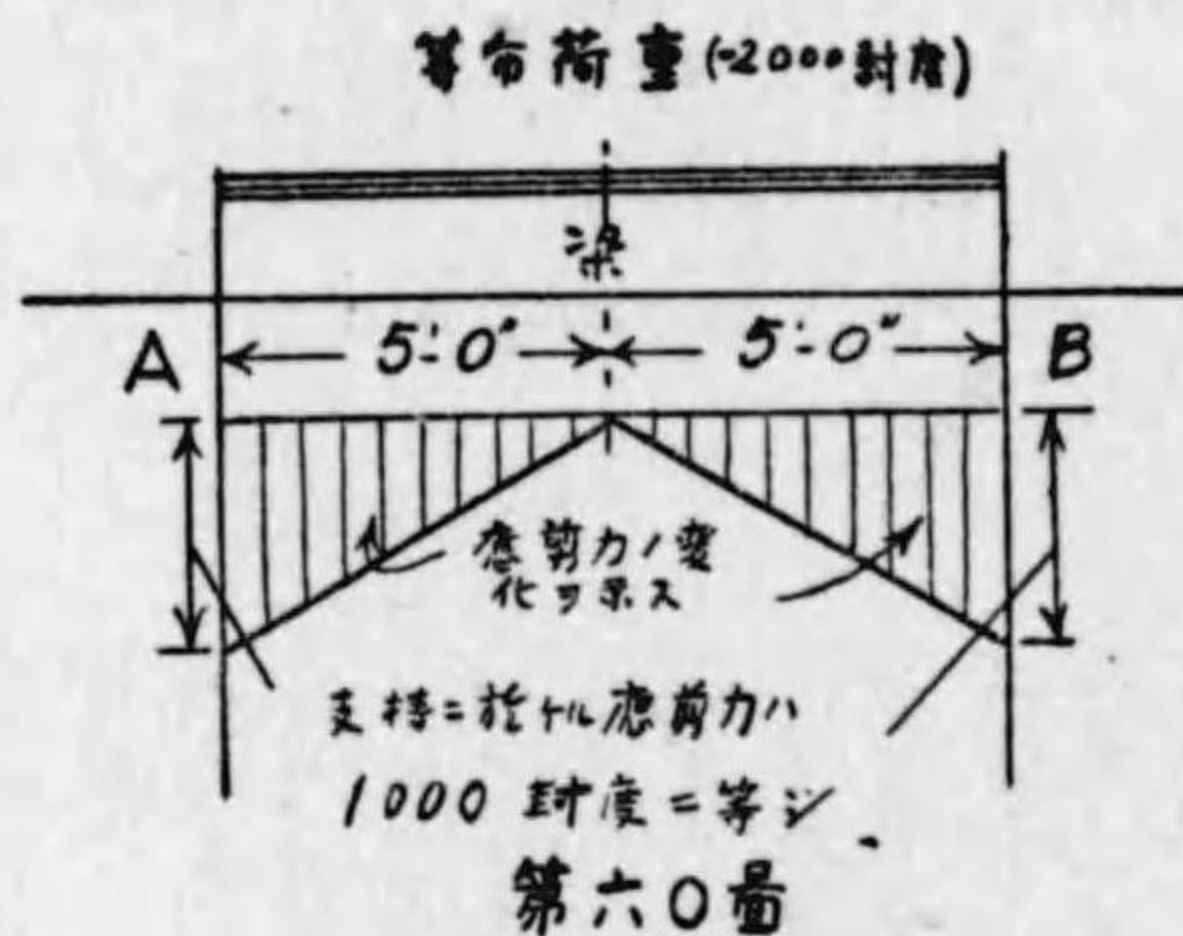
ける反力は各相等しく一〇〇〇封度であつて又此點に於ける應剪力も亦一〇〇〇封度となる。荷重の加はる中心點から双方の梁臺に移動して行く荷重の分量は一〇〇〇封度であつて從つて應剪力は如何なる點に在ても之と同じ分量で生じて行くのである。

「第五八圖」の陰影をつけてある部分は梁の全長に亘つての諸部の應剪力を示したものである。

「第五九圖」に示すが如く荷重が梁の中央でない位置に集中されるにすると荷重に近い方の支持に大なる力が働くのであつて、之れ全荷重の半分以上の反力が其支持に生じるが爲

である。

本圖の例によるに荷重二〇〇〇封度は一方の支持からは二呎、六吋の距離にあり又他方の支持からは七呎、六吋の距離にある、從てA支持に於ける反力は一五〇〇封度である故に最大應剪力は荷重の加はつてゐる所と支持Aとの間



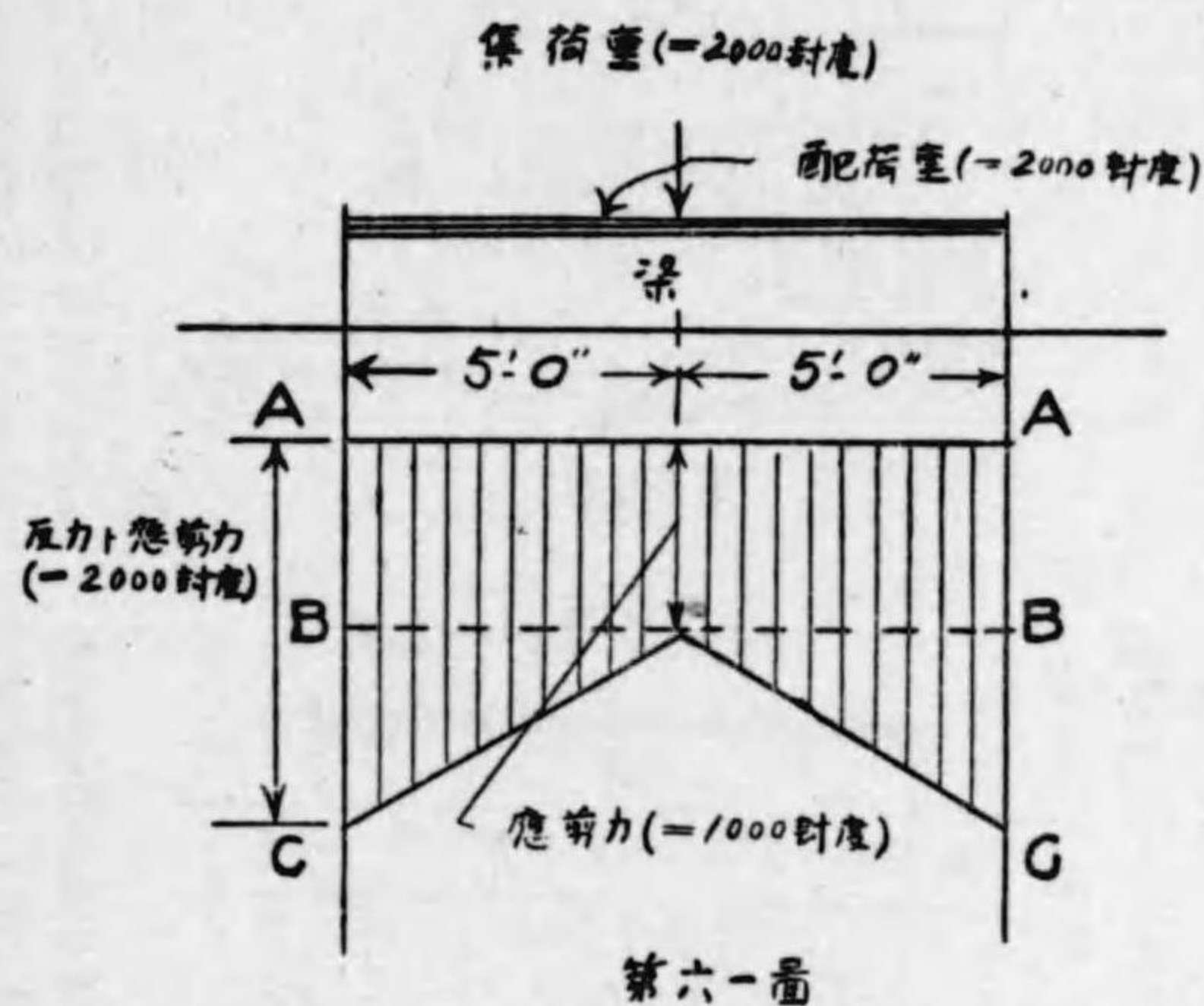
第六〇圖

に在ては何處に於ても一五〇〇封度に等しくあるべき筈であつて、又荷重の加はつてゐる所ミ支持Bとの間に在ては如何なる點に於ても應剪力は五〇〇封度に等しい筈なのである。

此應剪力の變化を例に依つて本圖「第五九圖」では陰影部で示したのである。然るに荷重が今等布荷重である場合には應剪力の差違が稍之とは異つたものとなり「第六〇圖」の陰影部に示した如くなる。

此場合に於ける最大應剪力は支持に於ける反力に等しくなるものであつて、即ち本例では一〇〇〇封度であるが併し此應剪力は徑間の中央に行くに従つて段々と減少して行くものであつて徑間の中央に於ては零となるのである。

以上の説明は左程六ヶ敷いこみではなくて即ち荷重は梁上から支持へと轉嫁されて行くに従つて荷重の數字的量は段々と増加して行き、其應剪力は何處に在ても其點から梁上を支持の方向へミ轉嫁されて



本圖の陰影部は梁の全長に亘る諸點に於ける應剪力を示すものであつて、AA線とBB線との間の長さは中央集荷重の爲に生ずる應剪力を示すものであつて、又BB線とCC

行く荷重の分量に等しいのである。此梁の徑間は一〇呎で、全荷重は二〇〇〇封度であるから毎呎の荷重の運動は二〇〇封度である。

故に中央から一呎の距離にある一點に於ては支持に移つて行く荷重は二〇〇封度であるが、中心から二呎の距離にある一點に於ては荷重は増加して四〇〇封度となり、斯の如き計算で支持まで行き支持に於ては其量は反力の數字的分量である一〇〇〇封度となるのである。

以上の如くであるが今又梁が配荷重ミ集荷重を支へてゐる場合に於ては其應剪力は此各二荷重の爲に生ずる應剪力の結合したものに等しいのであつて例を擧げて説明してみよう「第六一圖」が夫であつて、此場合は「第五八圖」に示した中央集荷重の場合「第六〇圖」に示した等布荷重の場合ミを結合したものである。

線との間の長さは配荷重に依て生ずる應剪力の量を示すものである。

依て本圖をみると支持に在ては其最大應剪力は二〇〇〇封度であつて、又中央に在ては其最大應剪力は一〇〇〇封度であることが解る。

應剪力の爲に鐵筋コンクリート梁が缺陷を起こすことを豫防する手段として鐵筋に繫筋を加へる、此繫筋を梁に生ずべき全應剪力に従つて其間隔を定め配置するのである。

茲では其等の繫筋の位置や數量等の計算方法を掲げたいのであるが斯するミ梁の斷面積に生ずる應剪力の分布や其理論應用等の詳細に亘らなければならぬことになり本書の些しく範圍外に踏出すことになるから夫は止めておくことにする。

然し斯云ふことは述べておきたい、即ち鐵筋コンクリート単梁で經濟的に設計してあるものであつても、理論上ではコンクリートの厚さに何等制限がなければ前記の如くに繫筋を用ひないでも應剪力に對して交分に抵抗力を有するところが出るものなのである。

但し規則を守り且又應壓コンクリートに應張鐵筋を確着せしめんが爲には必ず繫筋を用ひておかなければならぬ。應剪力がコンクリートで抵抗する以上に大であつて從て繫筋か乃至は應剪鐵筋が理論上になければならぬ場合がありとすれば綿密に此繫筋や應剪鐵筋を計算して應力の大小

如何に従つて其等の配置間隔等を定め挿入する。

前に述べた如く最大剪力は支持に生ずるのである、即ち之れは梁の兩端に於ては其中央部分に於けるよりも繫筋を密接に挿入しなければならぬ云ふ意味になるのである、此理由は以上の説明を充分に呑込んでさへあれば自ら氷解することなのである。

梁の工事に於て鐵筋補強の間隔を正確にし且其繫筋の位置に置違へ、移動等なき様にコンクリート打を行ふ場合に充分注意を拂ふことが必要である云ふことも亦以上のことから明瞭に判る、之れ各繫筋は一々設計者の設計圖通りな間隔で配置挿入されてゐるので斯うして以て汎ゆる點に生ずる應剪力に等しい抵抗力を確保せしめるのであるから萬一其繫筋の位置が變つてゐるミすれば此抵抗力も變つて來るから折角の設計者の手際も無駄ミなつて了ふのである。今迄幾多の實例があつて此繫筋が梁中で一緒に押附けられてある所が二、三ヶ所あることが屢々後で發見されたのであるが皆之は施工の際の不注意に基くものである。

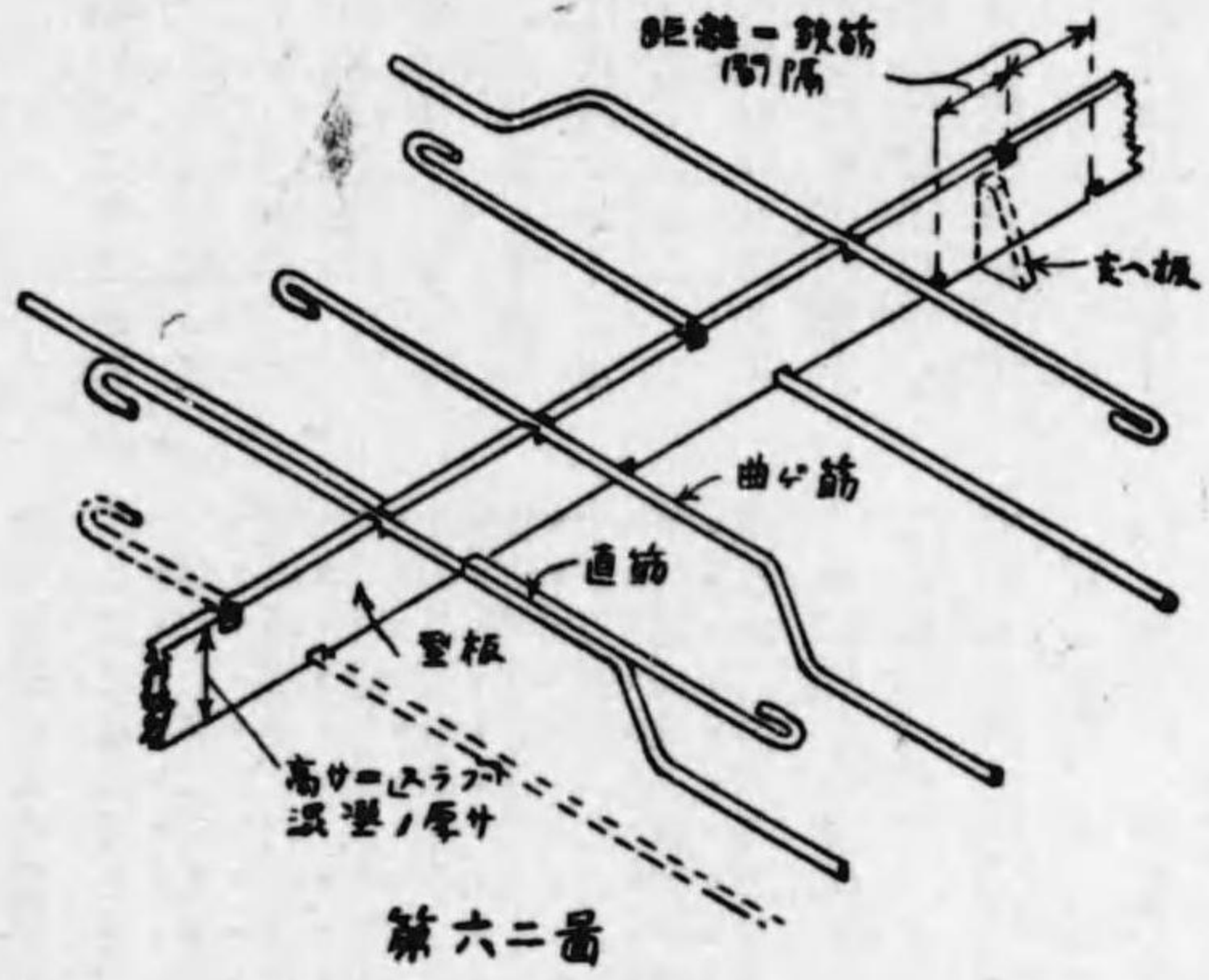
斯る場合は今迄頗る頻々としてあつたのであつたが以上から解る如く斯處を絕對に起こすまいとしたらば受持の職工長が熟達して此繫筋を使用する目的、設計者の採つてある所要鐵筋斷面積計算上の用意、所要繫筋の數量及正確なる間隔等を知悉するにあるのである。

繫筋には種々の型式があつて夫々平鋼や丸鋼を指定する

場合が出来やうし、又垂直に挿入することも又対角線状にも挿入する場合があつて其變化は一々其主要鉄筋に對する附着如何と其挿入方法で一本丈の丸鋼を取巻くものか乃至は數本の一組から成る丸鋼を取巻くものか應じて行くものであるが、孰れにしても凡て設計書通りに嚴格に守り、他に誤つた考へで變つたことを實施經驗したこゝだから、施工を簡單にするから、など云つて遺つてはならぬ。

鐵筋 茲までは概括的に鐵筋コンクリート梁設計の原理を「スラブ」一般に亘つて述べたのであるが、さて以上詳細に亘つて述べた梁のことは鐵筋コンクリート、「スラブ」にも主なる點は又適用されうるのであつて、異種荷重が結合した場合に生ずる應剪力、彎曲率、丁梁の場合に於ける厚さの制限、及

其他の關係諸項に就てみるに種々錯雜したこゝが生じる様にも思はれるが決して开うてはないのであつて、之れ即ち此場合に「スラブ」を支へる梁の方で巧く按排して「スラ



第六二番

ブ」を経済的方法で鐵筋コンクリート單梁と同様に設計せしめられるからである。

而て「スラブ」は勿論單に支持されたものでも乃至は又連續「スラブ」でも夫は問ふ所でないのであるが補強鐵筋の位置、間隔は充分正確に挿入し且つ其末端の曲げ込む所は設計書通りに正確にしておく様に注意を怠つてはならぬ。

「スラブ」のコンクリート打工事の進行中をみるに往々にして職工共其補強鐵筋を正確な位置に挿入させるのに可成り苦心していることを目撃するが、殊に鐵筋の曲げ込む場合は甚しい様で之は頭の重みで斜になり易い様である。斯る場合に此缺點を除かんとするには「第六二圖」に示してある様な「びんた」缺をしてある材木を一枚使用する可いのであつて此方法はまだ普及してはいぬ様であるが、數回使用されて奏功しているのである。

此材木は鐵筋の間隔と同じく其兩面を缺いておき其所へ

鐵筋を箴め込んでおき使用するに同時に他方で鐵筋の間隔距離を測る手数を省く型板さなる譯である。

其外此材木は鐵筋の數の検査を簡單にし且つ鐵筋の脱落を防がしめ職工又は監督が此材木の數を讀んで検査が出来るから正確な挿入位置や脱漏は全然跡を絶つのである。圖をみれば判るが此型板に鐵筋を挿入する場合に付つちの側から挿入しても勝手であつて此型板を本假棒の上へ定置させることは至極簡單であるから夫でコンクリート打の區劃や「パネル」の區切りをつけられる仕事もする。

其部分のコンクリート打が出来たらば充分硬化したのを見計つて此型板を「支へ板」から外してかゝり次に此型板を平に寝かす様にすれば譯もなく直ぐ鐵筋から外れるから次の區劃に又前通り「支へ板」を支つて此型板を定置させ鐵筋を差込むに前通りする、以下此順に行くのである。尙此外に「スラブ」の主筋に直角に挿入してある細目鐵筋は所謂配力鐵筋(ディストリビューション、ロッド)であつて荷重を配布せしめる作用をなす爲に用ひるものであるが其主たる効用は氣温の變化を受けた場合にコンクリートが膨脹、収縮するが爲に起る龜裂を豫防するのに與つて力があ

るものなのである。從て此等細目筋は大抵の場合には鐵筋計算上には入れてないのであつて寧ろ實地に就て定めるものであり其太さ間隔等は設計者の夫々判斷によるこゝが多い様である(註)

配力鐵筋は主筋の直徑に應じて五乃至一〇耗徑のものを普通用ひ、塙國にては橋梁の場合には最細七耗のものを用ひ其間隔も亦稀に不均等の荷重の作用する如き場合に備へる爲三〇耗を超えざるこゝし、尙作用すべき集中荷重の大きさに應じて其間隔を小ならしめることにしてある。

此等の配力鐵筋は主筋との交切箇所に在ては「ワイヤー」で結束しておかなければならぬが、斯しておけばコンクリート打を行つても位置が動つて變はる虞がないのである。此の鐵筋を正確な位置に移動せぬ様に定置させるこゝ云ふことは如何程力説しても未だ足りぬ程最肝要なこゝであつて殊に此點は現場にいる職工連が充分に理解していない様である。

屢々目撃する所であるが此「スラブ」補強鐵筋の配置を等閑にしたり又尙甚しきに至つては最初正確な位置に定置してあるものを此鐵筋上に工夫が渡り歩いて位置を移動らして了ふ様なこゝさへもあるのであるから、充分の上にも充分に注意してコンクリート打をさせぬに適當に原状通りに戻さないで移動つた儘でコンクリートをしてしたふ處があるのである。

「スラブ」鐵筋は又往々挿入工事中に曲げたり變形させたりにするこゝが多いが此場合に時々粗雑に曲げられるこゝとがあるに龜裂や扭れが出来て鐵筋の有効張力抵抗を殺ぐこゝになるから氣をつけて行はなければならぬ。

要するに鉄筋一平方吋は其建物全體からみれば餘り重大な率にならぬであらうが、斯云ふことを絶えず心得ていて貰ひたい、即ち此率が一六〇〇封度を代表しているのだから此率の力は決して輕々視すべからざる一要件なのである云ふことを忘れてはならぬ。

之は鉄筋のことであるが次にコンクリートに就て云ふと單に一平方吋の面積のコンクリートは必しも何等重大な價置のあるものゝ様にもみえないが此一平方吋のコンクリートが六〇〇封度を代表しているのであつて此六〇〇封度の目方が假に眼に見えるものであつて持ち上げるこゝでも出来るものであるとしたらば必ずや其變に輕々視せられないものであらうと思ふ。

或る時には此鉄筋コンクリート「スラブ」へ孔を穿つて管や、「コンヴェイヤー」なごを通したり又は他の目的で孔を開けることがあるが其場合に職工達に床の強さに及ぼす影響などには何等の顧慮もしないで勝手にコンクリート面や鉄筋を切斷させることがあるが之こそ眞に職工側の知識缺乏即ち低級云ふことになるものであつて充分の専門的知識が缺けてゐるからなのである。

斯る場合に職工長が充分に諸應力の性質と強さ程度に關して知識があるものゝすれば切斷するに先つて其結果を充分に考察してからやる様に監督させることが出来る譯であつて殊に其職工長に何等かの缺陷が起れば全責任があるも

のミしたらば尙更ら其人の知識涵養が必要になつて來るのである。

鐵筋混 凝土柱

柱は桁梁の兩端を支へ荷重に抵抗するに必要な反力を出だす爲に必要なのであつて、之は既に説明して置いた通りであるが、普通一般には柱は直壓力の働を生じるものである、換言すれば挺率の作用で應壓力が生じるのではなくして單に柱の頂面に荷重が加はつて其直推力が作用するが爲に應力が生じるものなのである。

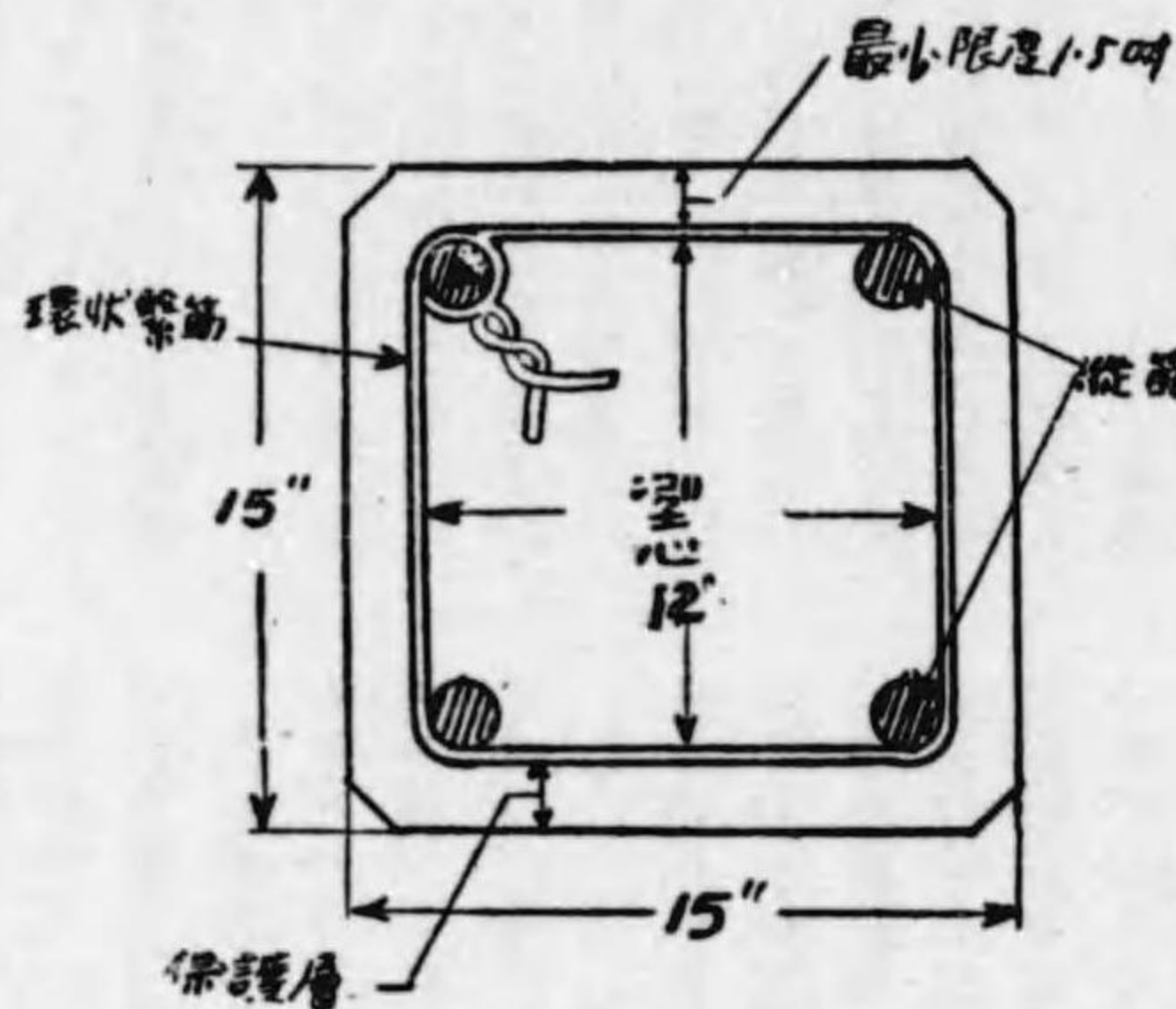
又多く柱は梁の一端を支へた上に尙又其上に柱を數本支へることがあつて此等の荷重を悉く其柱の強さで耐えさせなくてはならない。一寸考へるに此直壓力を生じるだけの柱ならば設計するのが頗る簡單であらうと思はれる、彎曲力率、荷重の種類、及其他の之に等しい諸項にも複雑な何等關係がない、が併し茲に唯一つ六ヶ敷いことがあるのであつて夫が爲に全問題の取扱が變つて來るのである、其點は何か云ふに即ち撓性（フレキシビリティ）なのである。此撓性と云ふ術語を設計者の用語で説明してみても別に益がないと思ふ、之れ柱設計に云ふ問題は梁設計なきに差つて遙に複雑極まるものであり柱の剛度如何は荷重支材にして柱の價値を定めるものであつて其計算上に使用する諸公式は夫々の實地經驗に基き實際上の理論に基いてはいないものである。

今簡単な例を擧げて説明をしてみるに先づ籐なるものが茲にあるに似此籐なる品質のものが壓力を受けた場合に平方吋に付二〇〇封度の荷重を安全に支へるものゝ、次に此籐で出來た杖が一本あるに似其斷面が〇・二五平方吋あるものゝする。

理論上から云ふに此籐杖は安全に五〇封度の荷重を支へられる譯であるが併も實際をみるに地上に此籐杖を立て其先端にほんの僅かの壓力をかへても此杖は反つて來るのみならず今五〇封度の壓力を加へたなら必ずや全然二本に曲つて了ふであらう。

然るに今又之と同じ品質の籐を長さ一吋に切つて之を平な床の上に立て、其上へ五〇封度の壓力を平均に加へても此籐は別に曲りもしないで此荷重を受け耐へる者である。

之が即ち高い柱と低い柱との間に起る區別を説明するものなのである——此籐杖は撓性があるが爲に曲るのであつて、決して直壓力が過當に大であつたが爲ではないのであ



第六三圖

る。

之を理論的に云ふと此籐杖が其眞中に眞上から壓力を加へるに曲るなきに云ふ理屈はないのであるが然も實際に行つてみると曲るのであるから斯慶理由で確かな計算法を索

めるまでは純正理論計りではないかぬものであつて實地試験を主としなければならぬ云ふのである。實地があつての後の理論であつて柱も同様に實地試験の結果柱は次の二つに別たれるのである。

- (一) 短柱
- (二) 長柱

此二者の別け方法は主として柱の高さ、其直徑、其間の比に依て區別したものである。

故にある柱が矩形をしているか乃至は不規則な形をしているものゝすれば其最小面の幅を以て以上の比に用ひるのである。

今例を擧げて説明してみると今ある鐵筋コンクリート柱の高さを一二呎で其太さは一二吋四角のものであるとすると其比は

$$12 \times 12 = 12$$

とみる、又他の矩形柱が高さ一二呎、太さ一二吋×六吋あるとすれば最小面の六吋を用ひて其比は

$$12 \times 6 = 72$$

今此矩形柱の大きを一四吋×六吋増しても矢張り最小面の幅を用ひるのであるから其比は前同様である即ち

$$14 \times 6 = 84$$

然るに今度は此柱を九吋四角なものに變へるにしたらば其比は

$$14 \times 9 = 126$$

なる。

此比が低い程出來た柱は強直なのであつて、即ち其柱が支へうる平方吋の荷重を益々大きくする事が出來る譯である。

而てコンクリートに對しては其使用應力平方吋に付六〇〇封度(平方糎に付四二・一九)は正方形柱であれば此比が一五以下、圓柱であれば此比が一以下となる場合にのみ許されているものであつて此等は(一)の短柱を看做すものであるが此以上の比を有つたものは(二)の長柱を看做すものであつて平方吋に付許容壓力は此比が増加すると共に次第に減少するものである。

以上のことから短柱とは強ち高さが實際に低いものである云ふことではなくして其長さ直徑の比が低いこと云ふことを表はすものであることは例令が高さ三〇呎の高柱でも其直徑が三〇吋位であれば未だ短柱の中へは入るもの

されることから判る。柱の剛度は其長さ直徑の比に對し考慮を用ひる外に尙亦其簡定方法に就ては柱末端の状態如何により影響を受ける。

柱の末端が荷重を受けても何等移動をせぬ様に其位置に確と固定してあれば其柱は撓度が少く曲げんとする重さに對する抵抗力が多いこと其兩端が自由に移動するものよりも勝るのである。

故に柱として第一には凡て柱は其兩端が固着してあるもの考へて可いのである、但し此固着と云ふことも單に其柱が梁其他の部材に附着して荷重を加へられると扭れたり乃至は傾いたりする程度の固着を云ふのではない。

「ロンドン、カンティ、カンスタイル」規則では柱(「ピラ」)又は支柱(「ストラット」)は過大な折挫を惹起さず程度以下の普通の凡ゆる荷重を受けたる場合に其原状及原位置に在て其兩端の軸線を維持しうるが如き程度の剛度を有さしめ他の構造物部分に堅固に其兩端が緊結されたる場合には其の兩端は固定されたるものと看做すべしと規定してあるが、恐らく此規定は大きさの定義を與へたものであつて柱の材質、太さ其建造物の他の部材との關係などを實地に指定せずとも出來る程度のものである。

實際上に云ふ一般構造物設計を包括的に規定して云ふ云ふことは明に不可能な事であるから之で可いと思ふ。荷重の作用を受けた場合に柱の兩端が移動自由であると

するに其柱は簡單な「カーヴ」を爲して彎曲すること既に兩端支持の梁に於て説明したと同じ作用を起すものであるが然るに柱の兩端を固定させるに即ち以上の彎曲作用は制限されることになり其彎曲程度は既に説明した固定兩端を有する梁の場合と同様な方法になつて減少するものである。

理論上の固定末端を有する柱を取扱ふ場合には設計者は此固定末端と云ふことに對し多少の減率をするのであつて、其柱が鐵筋コンクリートである場合には其コンクリート量と鐵筋量は固定してない移動自由の柱に比べるに少く可いのである。

此點は頗る要點であつて之に従て行ふ工事は充分に正確且念入に施工しなくてはならぬものであつて設計者が所要材料量計算上其通りの効果を來たす状態にしておかなければならぬのである、開うしておかぬに所要の剛度が不足していることとなるから従て出來た柱は過度な應力が働いて

いる結果となる。柱の高さは其末端處理の如何を考究した上で定めるものであつて短柱の場合に述べた比は單に柱の兩端が其位置方向に固定された場合にのみ適用さるべき性質のものであつて之れ孰れか單に一端を簡定したものは要するに高さを増加させたものと同状態に歸する故であつて前述の比で計算する場合は柱の高さは等値高さ(「イクイヴァalent、レングス」)であつて「ロンドン、カンティ、カンスタイル」規則の

所謂虚高(「ヴァーチュアル、レングス」)なのであるから必しも實高さではないのである。

今ある工事にあつて固定末端を有する短柱を施工せよと仕様書にある場合に職工長が誤つて長柱を無意識の間に撻へて了つたものとするに其設計上にした計算は悉く皆覆へられて了つた結果にならう。鐵管工場で突縁接にして呉れを要求してあるものを印簡接にして出せば技師の要求要件に従つていぬものにしてはね附けるであらう——柱の末端の接目も之と同じく最も肝腎なのである。

前例でみるに鐵管の場合であるに其接目状態の差があつても夫は單に製造後に簡單に検査すれば明白に發見しうるものなのであるが、然るに夫が鐵筋コンクリート柱であるとすると其検査は必ず製作中即ち工事中に行はなければならぬ、出來た工事は完成後では検査が出來ないのである。

之は即ち職工長の全責任が頗る重いこと云ふ事であつて工現場係長も同様である、斯る重大責任が此等の人々の双肩に懸つているのであるから斯る理由で此等の人々が設計者の提出した設計書の詳細に亘る要點を充分理解して呉れなければならぬこと云ふことが必要になつて來るのである。

尙亦此他に柱設計上に示しておかなければならぬ大關係のある一事がある、夫は他ではないが鐵筋コンクリート柱の垂直主鐵筋を圍繞して挿入する圍繞繫筋(「リンクス」)

乃至結束繫筋（バイディング、フープス）に就ての効用である。

何等かの指圖を設計者から受けていない職工長は此等の圍繞繫筋はコンクリート中に主筋を其位置に維持させる爲に單に用ひられているものである位にしか考へていないかも知れないが、夫は大間違であつて、此圍繞繫筋や結束繫筋は鐵筋コンクリート柱の強度に最も必要である。一要要素となつてゐるものなのであつてコンクリートの應力度は此結束繫筋等が充分に用ひてあれば或る程度までは安全に増加するこゝが出来るのである。

「ロンドン、カンティ、キャンズル」規則では結束繫筋量は環の心（フープ、コア）の容積の〇・五%以下なるべからず規則してある。

柱の結束繫筋に對しては此丈の量が必要であつて、此丈の量がなければ平方時に付六〇〇封度の使用應力がコンクリートに出すこゝを許されぬものである。従て此以上の結束繫筋量を挿入すれば使用應力はコンクリート量に對する結束繫筋の百分率にもよるが普通の一・二四配合で平方時に付八〇〇封度まで増加しうるのである。尙亦此點が職工長に頗る肝腎である云ふのは設計者の方では圍繞繫筋を間隔を短くして最大の節矩（ピッチ）で最小限度の圍繞繫筋を挿入して夫で過剩になつてゐる荷重を承けさしめる様にコンクリートの厚みを慥へるに一定の

目的で進んで行く。

一例を示す。最小限度の結束方法はと云ふ。六吋宛の間隔で圍繞繫筋を挿入する云ふこゝになるのであるがコンクリートの抵抗力を増加せしめる爲に設計者の方では四吋宛の間隔で圍繞繫筋を挿入せしめるこゝを指定するかも知れない。故に此場合に工事施工中に此等の圍繞繫筋挿入間隔を不注意で誤つて四吋にさせる所を或る箇所では五吋乃至六吋したり又或る場所では二吋乃至三吋としたりすると出來た柱の強度は之により影響を受け増加した圍繞繫筋の價値は失はれて了ふ。

尙是以外にコンクリート打施工中に此圍繞繫筋をコンクリートの重さで下方へ押下けて正確の位置から移動させることがあるが其結果柱全長の何處かに圍繞繫筋のない大きな空所が出來て來ることになるから從て斯る箇所に在てはコンクリートは圍繞繫筋が挿入してないのであるから從て正規の使用應力度は出せないで必ずや缺陷を起す危険があるものである。

斯る缺陷は吾人が屢々散見する所であつて一般の傾向から云ふ。仕上り工事に在ては重要程度から云ふと第二のものである云ふ間違つた觀念から大略に圍繞繫筋を挿入するが頗る悪いこゝである。

以上述べたが如く柱設計々算を行ふ場合には設計者は如何なる諸點を考慮して設計するものであるかと云ふ事柄を

大體述べたが之によれば設計者の計算は如何に複雑なものであるか且柱の直径對高さ、末端状態、コンクリート對結束繫筋の割合等を最も經濟的に配置するこゝを計畫すれば鐵筋コンクリート云ふ此科學的材料を如何計り最大有効程度に利用する事が可能であるかを充分に示すものである。

之と同時に明なるこゝは以上の如き設計上の設計者の手練細心なる注意は凡て現場係長の手腕を信頼すればこそ益々獎勵、鼓吹されるのであつて、之れ設計者自身が柱を設計する場合には當然に其工事は最良方法に從て且復絶對に設計書通りに施工されるもの考へていて計算するからなのである。

柱コンク

リート心

鐵筋コンクリート柱のコンクリートは次の如く二部分からなつてゐるものを見る。即ち柱心（コア）と保護層とが夫である。

「第六三圖」に示したものは代表的な設計の鐵筋コンクリート柱断面であつて縱筋四本で補強し全大さ一五吋×一五吋のものである。

保護層の厚さは一・五吋（約四厘）以下であつてはならぬ、又は縱筋の直径以下であつてもならぬ。故に縱筋の徑を一・五吋以上太くないものとすれば此の柱保護層は縱筋の外側では厚さは一・五吋となるから内部のコンクリート心は一・二吋×一・二吋なる譯である。

此保護層は高さ對直径の比の計算でも又は荷重抵抗コンクリート面積の計算にても無視するこゝになつてゐる。

此場合に計算上では有効直径——即ち圍繞鐵筋心の直径——圍繞筋心内面のコンクリート面積とだけを考へれば可い。

最小許容結束繫筋挿入の短柱であれば其コンクリートは計算上で平方時に付六〇〇封度の應壓力に安全に抵抗することが出来る。

故に今「第六三圖」の例によると其安全荷重は

$$1.25 \times 1.25 \times 600 \text{ 磅} = 234.375 \text{ 磅}$$

之に補強鐵筋の抵抗力を加へたものなる。

柱心の周圍に結束繫筋を施すこゝ從て材料即ちコンクリートを支へるからコンクリートの抵抗力を増加するこゝになるものであつて、平方時の安全荷重を圍繞繫筋を挿入しない比較的コンクリートの最低限度に制限するこゝは經濟的でないもので殊に之が應壓力に對する鐵筋の使用應力を減少せしめる結果なるに於ておやである。

結束繫筋を種々の割合に挿入した場合に及ぼすコンクリートの使用應力度の差違は餘り複雑すぎるから茲には掲げないが、但し特に力説しておきたいこゝは結束繫筋を挿入するコンクリートの抵抗力を増加するものであつて且復コンクリート柱心は實際所要の強度を出させる爲には充分に緻密質の空虚のないコンクリートを以て念入に施工して

おくことが必要なのである。

縦(補強)筋

荷重を支持するコンクリートを助ける目的と他方で非常に太い柱を設けなければならぬことを避ける爲に補強鉄筋として縦筋を加へ夫をば柱の全長に亘つて挿入するのである。

横(補強)筋

此等の縦筋は出来るだけ柱の外側に挿入し以て鋼筋の最大値を利用するのであつて、之れ鋼筋は柱軸から最大距離にあれば柱部材の撓性を減少せしむる最も力まなるが爲なのである。

縦筋を四本挿入した場合には柱の四隅に之を挿入すること「第六三圖」の如くするのであるが、是以上六本も八本も乃至は以上の数を挿入することも柱に必要ながれば夫に従て出来る。

圓柱又は八角柱であつて圓形結束繫筋を用ひる場合には最小数でも縦筋を六本用ひなければならぬものであつて往々八本挿入する必要があることがある。

以上の補強鉄筋は應壓力に抵抗しコンクリートを助ける爲に挿入するのであるから従て其使用應力度はコンクリートの使用應力度の一五倍を限度とするものであることは既に弾性を述べた際に説明してある如くである(二六頁)。故に柱を設計する場合に鉄筋を最大量としコンクリートを最小量とするは經濟的ではないのであつて、之れ即ち

鋼鉄筋は其最大使用強度で應力が働かない前に既にコンクリートには缺陷を生じて了ふが爲なのである。

「ロンドン、カントン、カンスル」規則では此最小鐵筋量を結束柱心の一%と規定し且其太さは直徑が半吋より細からず又は二吋以上の太さを有するものたるべしと規定している。

横鐵筋は籠型に組んで縦筋の外側を取巻く様に挿入してある螺旋結束筋であるか又は連続してない環狀圍繞繫筋(「セパレート、リンクス」)であつて螺旋結束筋であらうも乃至は環狀圍繞繫筋であらうも其挿入間隔は柱全長に亘つて何處に在ても柱の有効直徑の「一〇分の六」を超えてはならぬものであつて又其兩端から有効直徑の「一〇分の三」以上の間隔としてはならぬ。

此横筋の目的は云ふに荷重が加はつて應壓力が働いた場合にコンクリートに横筋が外側へ破壊する傾向があることを防ぐものである。

鐵筋コンクリート柱に荷重が加はるとコンクリートに起る傾向は柱が壓縮されて外側へ脹出す、即ち換言すればコンクリートが脹出して壞れて荷重を逃れるのである。

然るに茲に横結束筋が用ひてあると此筋が繋ぎまなつてコンクリートを籠狀筋中に取巻いてあるのであるからコンクリートは此結束繫筋が張切つて切斷しない限りは外へ脹出すことがない。

ある。

柱と桁梁

との接目

柱が支持している桁梁との接目は夫々適當に施工してなくてはならぬものであつて、桁梁に荷重が加はると其柱との全接觸面上から荷重を柱に移すのであつて、又此以上の注意としては柱を適當に固定することに既に述べた通り適當方法を探つておかなければならぬ。

柱頭で一般にコンクリート打工事を一時區切ることが多いが爲に餘程念入れに其柱と桁梁との接目を施工しておかぬと往々にして缺陷のある工事を行ひ其結果重大な危険が伴ふことがある。

コンクリート柱は施工に方り完全に其位置の斜正を正しくして真直にさせておかぬと設計書中に斷はつてない條件が出て來たり應力が働いたりして來るから之も注意しておかなければならぬ。

万一にも柱が一方へ傾斜していて垂直に真上から荷重が加はると柱が傾斜している方向へ方向へ益々荷重が加はつて來て柱を壓する傾向となり簡單な直壓力の働く状態が得られなくなる。

斜に柱を壓する傾向は執も直さず柱が梁乃至版木として働かなければならぬことになり柱頂の全面積上に應壓力が働くことが出來ないで其一面乃至一端面が應張力に抵抗しなくてはならぬことにならう。

加之縦筋に働く應壓力は此等を彎曲すること恰も前述べた藤杖に於けると同じ方法であつて、縦筋の直徑對其全長の比では此縦筋をば頗る撓性のあるものとするが、横筋が繋ぎまなつて働き又繫筋をコンクリートに對して離さぬ様に維持させる。

補強鐵筋は其背後に柱心と云ふ大塊コンクリートが控えているが故に彎曲するにすれば僅に外側へのみ彎曲するに過ぎないが、故に之に横筋が挿入してなければ荷重を承ければ恐らくは外側へ脹れ出して比較的薄層のコンクリートである保護層を破つて破壞するに至るであらうが横筋があるので夫を防ぐ効を爲している。

柱の縦筋の接目は柱が數階に亘ることがあるものであるから數ヶ所にあるが凡て此接目は充分念入れに接ぎ決して疎に取扱つてはならぬ、之れ上部の鐵筋上に掛つて來る荷重は直接に其下の鐵筋に直接に移るのであつて決して其荷重はコンクリートの方へ移つて行くものとして放つておく譯には行かないのである。

又縦筋の足許に於ては其上へ加はつて來る荷重は其末端が此筋の斷面と等しい頗る小面積であつて其上へ集中されることになるから夫を避ける爲に、外へ曲げ込んでおこなくはならぬ、之を避ておかぬと理論的に云ふにコンクリート上に其一五倍の使用應力が働いて過剩荷重となり従て過剩應壓力の爲に壓碎されて鐵筋が飛出る傾向になる虞が

數多の場合に設計者は柱に偏心荷重が働らく場合を設計しなければならぬことがある、例令ば柱の一面に持送りを施工する場合の如きが夫であるが、斯麼場合が起るに柱の頂上中央荷重以外の荷重が加はる場合に働く應力に備へる別の方法を探つておかななくてはならぬ、夫が前述べた例の如くに偏心荷重に備へる特別方法が採つてないで柱に偏心荷重が加はると重大事になるのである。

鐵筋コンクリート建物中の柱の施工は出来るだけの最大正確なること、最大念入を要することを承知していて貰はなければならぬ、柱は要するに全建物中での最も主要部材なのである。

但し斯う云つても強ち桁梁や「スラブ」が重大さに於て第二にしても可い云ふのではなくして桁梁や「スラブ」によしんば缺陷があつても單に其一部分的の缺陷で終るものであるが、然るに柱に缺陷があるに於ては建物全部でなくとも大部分の建物の缺陷を惹起させる結果となるものであるから此意味に於て其建物の致命要點たる柱は完全に設計通りに工事を施工することが最も必要である云ふ所以なのである。

鐵筋混 凝土壁

鐵筋コンクリートは各種の壁の構造に採用せられるのであるが、先づ鐵筋コンクリート壁を設けやうとする場合には設計者の苦心する所はコンクリートの厚み

を補強鐵筋量の問題であつて經濟的設計をするには可成りの苦心が存するのである。

壁は大體的に二分種類を行ふと

- (一) 地上にある建物の壁
 - (二) 土壌を支へ又は水を堰く目的の爲に設ける擁壁
- (一)の地上にある建物の壁は普通一般には骨組となる主重量支持部材があつて此重量支持部材に重量支持部材との間に「パネル」打込も云ふべきものがある云ふ形體になつてゐる。而て此「パネル」打込は單に外氣侵入を防ぐ仕切(「スクリーン」)の用を爲すだけであるから別して格別重量に耐ゆるものでなくても可い。

大體的に云ふに此「パネル」の厚は四吋(約一〇釐)より薄くなければ何れも可い荷重が建物の骨組に全部移される場合には六吋以上の厚みとする必要があることは些い。

「ロンドン、カントン、カンスル」規則によるに如何なる外壁にても悉く其「パネル」は孰れもの側からも一「パネル」の全面上に等布に加はるものと假定して平方呎に付最小限度三〇封度(平方呎に付一四六・四七疋)の水平壓力に安全に抵抗する様設計すべしと規定してある。

之からみるに此壁の「パネル」は内側からも乃至は外側からも充分に壓力に抵抗するだけ強くないはならぬことが判る。從て之が爲に其補強鐵筋もコンクリートの全厚みの

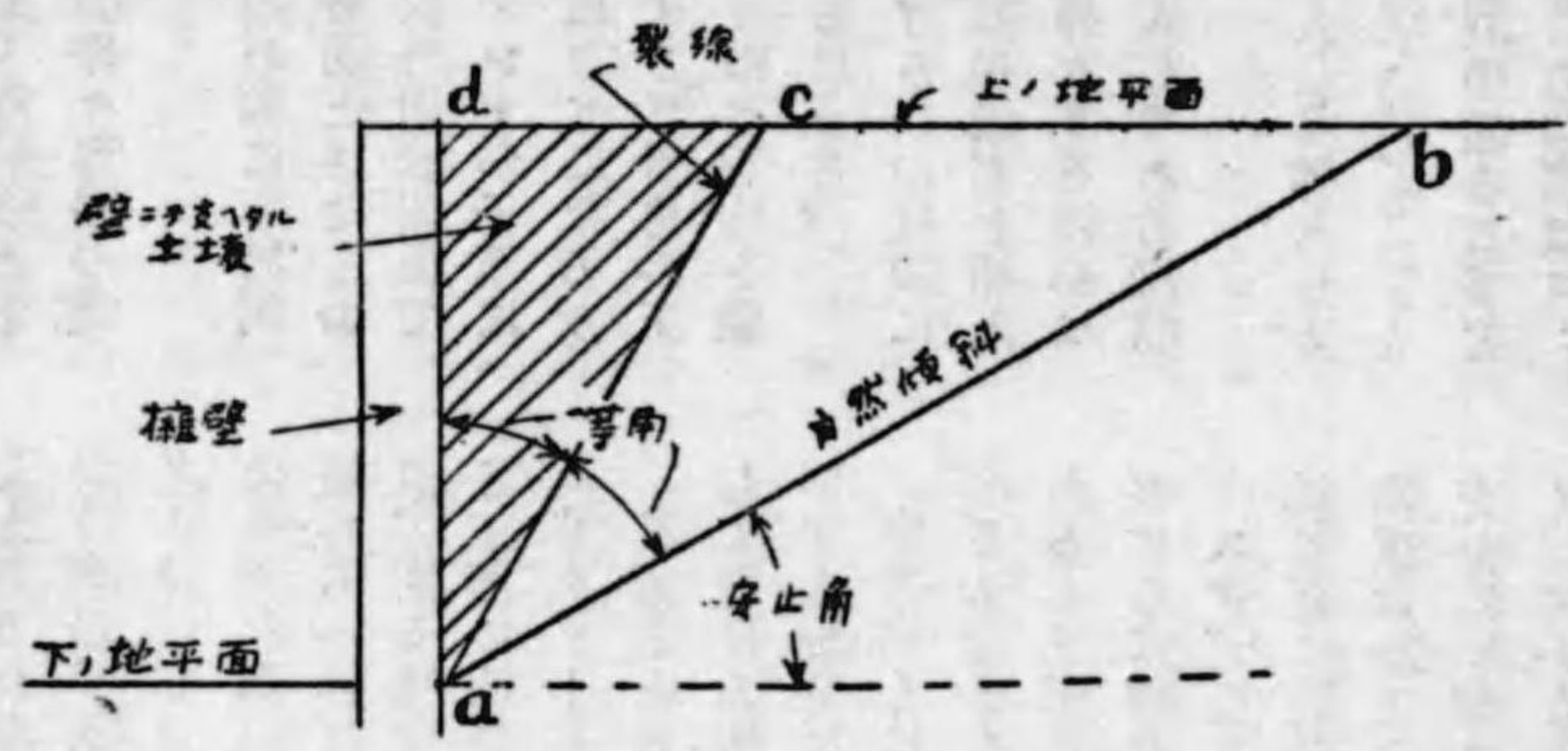
の真中に挿入しておかなければならぬ、又夫でなければコンクリートの内側面と外側面に孰れの側からも補強鐵筋を挿入しておかなければならぬ。

此壁の「パネル」は理論上から説明すると垂直の位置に其一端で立つてゐる「スラブ」であつて其兩面に水平の推力が加はつてゐることになる。

而て既に述べてある床「スラブ」に關した諸説明が悉く之に適用される譯になるのであるが但し例外として「スラブ」自體の死重は加へられる荷重乃至壓力に加へる必要はないのである、之れ此死重は何等の彎曲力率を生ぜしめないからなのである。

前述の主重量支持壁の其壁臺と壁臺との間の距離が莫迦に異常に長いものでない限りは前記の規定壓力平方呎に付三〇封度では別に大した彎曲力率を生じないものであつて理論上要求するコンクリートの厚みや鋼鐵筋の斷面積は頗る少量で可いのである。

而て其時々實際上の要求に應じて其所要材料量を決定すれば可い。



第六四回

子を脱落せしめる結果となるものである。

此平方呎に付三〇封度の壓力は風壓の計算に基いてゐるものであつて壁「パネル」を内側へ押倒す作用をする力として看做されてゐるものである、又從て外側へ働く壓力計算では大風が吹いた場合に建物の風下に起る吸引に供へ又一方では建物の内側から其壁に凭せて積上げた諸材料が起す處の壓力にも供へておく。

壁「パネル」に用ひるコンクリート量は往々にして少量であるが爲に茲に其補強鐵筋は正確な位置に挿入しコンクリート打中に於て位置が移動らざる様に努めることが頗る施工上の肝腎な點であることが解る、斯うしておかぬに鐵筋の或部分が壁コンクリートが薄いが爲に露出するに及ばず露出せずとも外氣の侵蝕を蒙つて錆を生じて夫が斑點となつてコンクリート面に表れたりする重大な缺陷を惹起させることがある。

又往々にして此鐵筋腐蝕の結果膨脹を來たしてコンクリート被覆の分

斯るこが生じる壁の外観を害なふ計りか壁「パネル」の耐久力に影響して來ることが明であつて重大な缺陷ともなり、既に工事完成後は之を修復するこは仲々容易の業ではないのである。

尙亦堰板面の手當、打込コンクリートの搗固め等にも特別の注意を拂つて假枠を直接取外した面を良好面とさせておかなければならぬ、斯うしておかぬと假枠取外面が粗面且多孔面となる虞があるもので、勢ひ純セメントか乃至はセメントモルタルで手當をしなければならぬこになるが之が餘り成績が好くないもので斯う手當をするこ折角の工事を害して加之斯して加へた材料は氣をつけぬ霜害を蒙つて屢々脱落する等の種々の缺陷を曝露するに至る。

壁中に入口を設け様とする場合には其設ける口の壁頭に要する強さに對しては普通一般にある特別補強鐵筋を挿入して備へるのであるが、此入口に交叉して挿入する鐵筋は凡て其先端を曲げ込んで壁頭、窓臺縁に挿入してある鐵筋を圍繞く様にする。

ある設計者は窓口の四隅に筋違鐵筋を挿入し其挿入し方は縦、横各筋に四五度の角度を以て之を鋼鐵で縛つておく。此等の補強鐵筋を挿入する目的は夫で龜裂の起るこを防ぐ爲であつて之を挿入しておかない窓口の四隅はコンクリートを最少量の厚みとしてあるが爲に往々龜裂が起り易い傾がある。ある場合によるこ外壁を設ける場合に建物

の床構造で生じる荷重を承ける様に設計する必要が起る場合があるが斯る必要が起る場合に於ては其設計は其時の事情に應じて状態が變るものであることは明であるから別に之に對して一定の規則を定めるこは出來ない。上階に壁の一部を高い即ち厚い梁として設計し其高さは其梁の最下端からみれば其階の高さに等しく設計することが度々あるが、斯る場合に在ては特別にコンクリートと鐵筋を其上部と下部に用ひて應壓突縁の間には桁腹となる「パネル」にコンクリート打を行ひ埋めるのである。

又或るときは同じく厚い梁を窓口の上下の壁の一部に接して設ける場合には特別鐵筋を水平に挿入して應張抵抗の要する部分に備へておかなければならない。斯の如くに一建物の上階に設けらるコンクリート壁は頗る大なる荷重を支へる様に設計しなければならぬこもあるし又單に仕切だけの目的に設計する場合もあらうが、要するに孰れの場合にしても重要支持部材に對する一振止（ステップナー）として役に立たせるこは明であるから從て茲に肝腎なこは其工事を建物の一部と看做して充分慎重な施工をすることであつて以て残らずの部分、部分が充分に結緊され相互間に連結されて完全なる一單體を形づくつていなければならぬこなのであつて、之が鐵筋コンクリート建物以外の建物の如くに各部材、部材が頗る獨立的態度を執つてゐると大に異なる所以なのである。

鐵筋混

元來擁壁を設ける目的は土壤を支へ又は水を堰く爲であつて、從て此目的に對しては鐵筋コンクリートを措いて他に適當材料が殆んどないと云つても可い位である。

凝土擁壁

土壤は山を爲していれば夫だけでは其垂直面は靜止してゐるものではない、必ずや其垂直面の一部は段々崩れて來るものであつて、殊に雨に會つたり霜に會つたりなきする場合には甚しいものである。

先づ土壤の自然性云へば云へるもの、簡單な一例を擧げてみると床の上に砂を注いでみるこ出來るのであるが、斯するこ砂は堆高く山形を爲して溜るが其四面はある傾斜面を爲す。

而て此傾斜面を爲すに付て材料即砂を側面から横に支へないでも其儘するこ砂が落ちますに止まつてゐる一定のある角度があるものである。

此角度を越す場合には何等かの横に支へを用ひておかなければ矢張り砂は崩れるものであつて、什れ程澤山に巧く材料を積重ねても乃至は其上へ什れ程の材料を置かうこも同じである。此角度を稱して息角又は安定角（アングル、オプ、リポーズ）と呼んでゐるのである。

息角即ち自然角は材料が異なるに從て各々差ふものであつて又同一材料であつても亦其一緒に固まる程度と乾燥状態

の如何により異なるものである。

乾燥砂は水平位置に對し約三〇度の角度を普通なして落着くものであるが、夫が清淨且硬質の砂利である四五度位の角度までで落着くのである。各自の自然角以上に材料を保たしめ垂直面を保たしめ様にするには何等かの支持を其面に施さなければならぬ、此支持の役をば即ち擁壁で行ふのである。

「六四圖」に示した状態は土壤の自然傾斜を表すに a—b 線を以てし夫に對し下の地平面（上の地平面に對す）上に擁壁を設けた場合であつて輪廓線で擁壁を示したものである。

尙自然傾斜面と垂直線との中間に引いた線 a—c は破壊線（ライン、オヴ、ラプチュア）であつて、要するに支持さるべき部分は單に此破壊線と擁壁の裏側面との間にある楔形を爲す土壤の部分だけなのである。

萬一擁壁を除くこすれば此楔形の部分の土壤は第一に崩れ落ちて了ふものであつて、之れ崩れて滑り落ち様滑り落ち様とする部分と、自然低斜を爲しているが爲に其儘靜止状態を執る部分との間には絶えず大なる摩擦が起つてゐる筈であつて依て前にも掲げてある通りに此摩擦を起す破壊線（又は裂線）を自然傾斜面と壁の裏側面との爲す角度の間に引く。

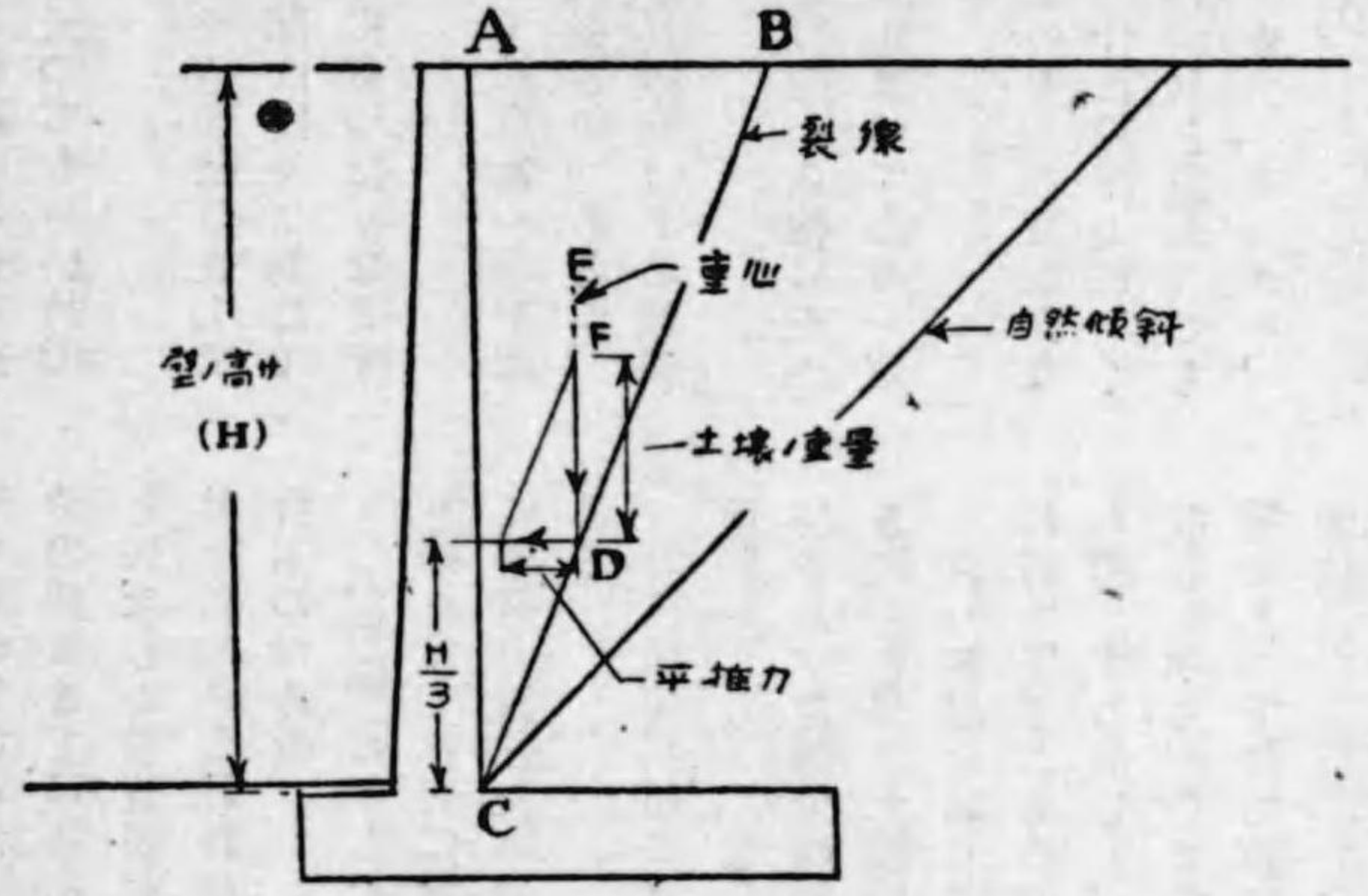
a—c 線と壁の裏側面 a—d 線とが爲す角の間にあ

る土壌の部分は即ち壁に對して壓して來る部分であつて壁を推し倒さんとする作用を爲すものであるから從て壁には此作用に抵抗するだけの充分な自重と強さを有たしめおかなければならぬ。

計算上では便宜上壁及土壌の一呎單位だけの一片を採つて普通計算することになつてゐるが確に斯の如く一二吋長さ宛に設計して壁全體の長さに至るまで繰返へして行けば全體が宜く行くべき筈である。

設計者は壁其基礎の垂直部分を孰れも考へて設計しておかなければならぬ、之れ壁の基礎は充分之を大きく設計して壁の垂直部分を確着せしめるに足るものさなさしむるこゝ且復基礎面積上に生ずる應壓力を分布せしめる爲には夫に應じて土壌の安全抵抗力の限度内で平方呎の荷重を加はらしめる様にしなければならぬ。

之が石積か乃至は煉瓦積の擁壁であれば土壌の推力に對する抵抗力は壁の厚みと壁自體の重量に從て定められるも



第六五圖

すや直ぐ缺陷が生じるものとみななければならぬ。擁壁設計上の計算を茲で詳細に亘つて説明はしないので

このであつて壁が顛覆せぬ様充分厚く且重くしておかなければならない。從て石積擁壁や煉瓦擁壁は金がかいつて往々場所を多く採り過ぎる欠點があるものであるが然るに之を鐵筋コンクリートで設けるとすれば其抵抗力は壁自體の重量に其強さを出だすこゝになる、即ち鐵筋コンクリートなる材料を用ひれば壁の裏面に充分な應張抵抗力を有たしめる様に設計するこゝが出来ぬからなのである。

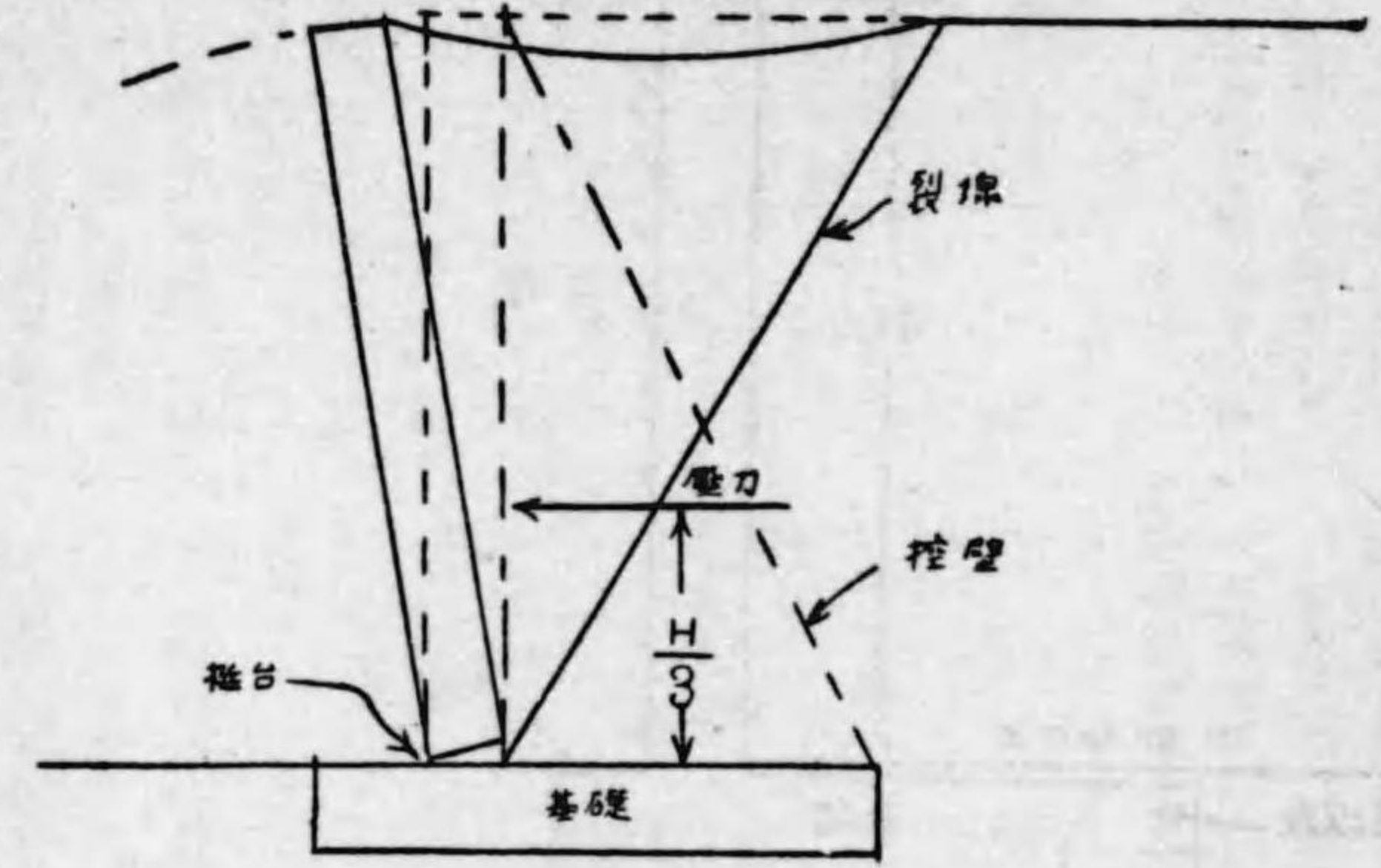
煉瓦壁は此應張抵抗を何等認め得る程度に出し得ないのであつて、之れ煉瓦壁は單に煉瓦を接ぐに要するモルタルの力丈で相互に固着してゐる各個々の煉瓦(單位)片に過ぎないのであるから壁自體に充分な重みが有たしてあつて夫で土壌が外側へミ壞れる推力を支へる様に下の方へ押へ付けてない限りは必

あるが、如何なる方向に應壓力が生じるか且如何なる方法で夫を測定するか云ふことを幾分かの概念だけでも説明し以て壁の抵抗力で抵抗せしむべき力が怎ふ云ふ風になつてゐるか云ふことを知らしむるこゝは有益であらうと思ひ以下夫を述べることにする。

「第六五圖」は擁壁の自然傾斜度且其裂條を示したものであつて、既に前にも説明したが如くに此裂條は壁の裏面との間にある土壌の部分は即ち壁に應じて壓力を生ぜしめる部分であつて今擁壁設計に方つて考究すべき部分は單に此部分の重量だけなのである。

此圖は其測定に挿入したものである先づABC三角形の土壌の重量は其土壌の性質に從て計算するのであるが此重量がE點に示してある重心に働いてゐるものと看做す。

此土壌の重量は下方向へミ働くものであつて從て重心から垂直線一本下方向へと引くこゝD點に於て裂條を切る。



第六六圖

此裂條の下にある土壌は理論上では靜止状態にあるものなのであるが此裂條上の土壌の重量は滑り落ち様とする傾向を有し夫より下部にある土壌で抵抗を承ける、而て壁の裏面に對し壓力は外側へと働く様になる。從てD點に於ける交點から此土壌の重量を表はすにD點からF點に一線を引き次に此重量を二に分けてFから裂條に並行に一線を引き夫をDから引た水平線と交はらしめる。

斯して得た水平線の長さが即ち壁の裏面に働らく推力の價値を表はすものであつて、此線の長さをみると此水平線即ち推力が働らく平面は必ず壁の底面からHの「三分の一」の箇所にあるこゝが解る、但し此場合Hは壁の高さとする。

之を以てみるこゝ壁の垂直部分は眩木の作用を爲さなければならぬものであつて、又壁の基礎は其支持して働くのである。

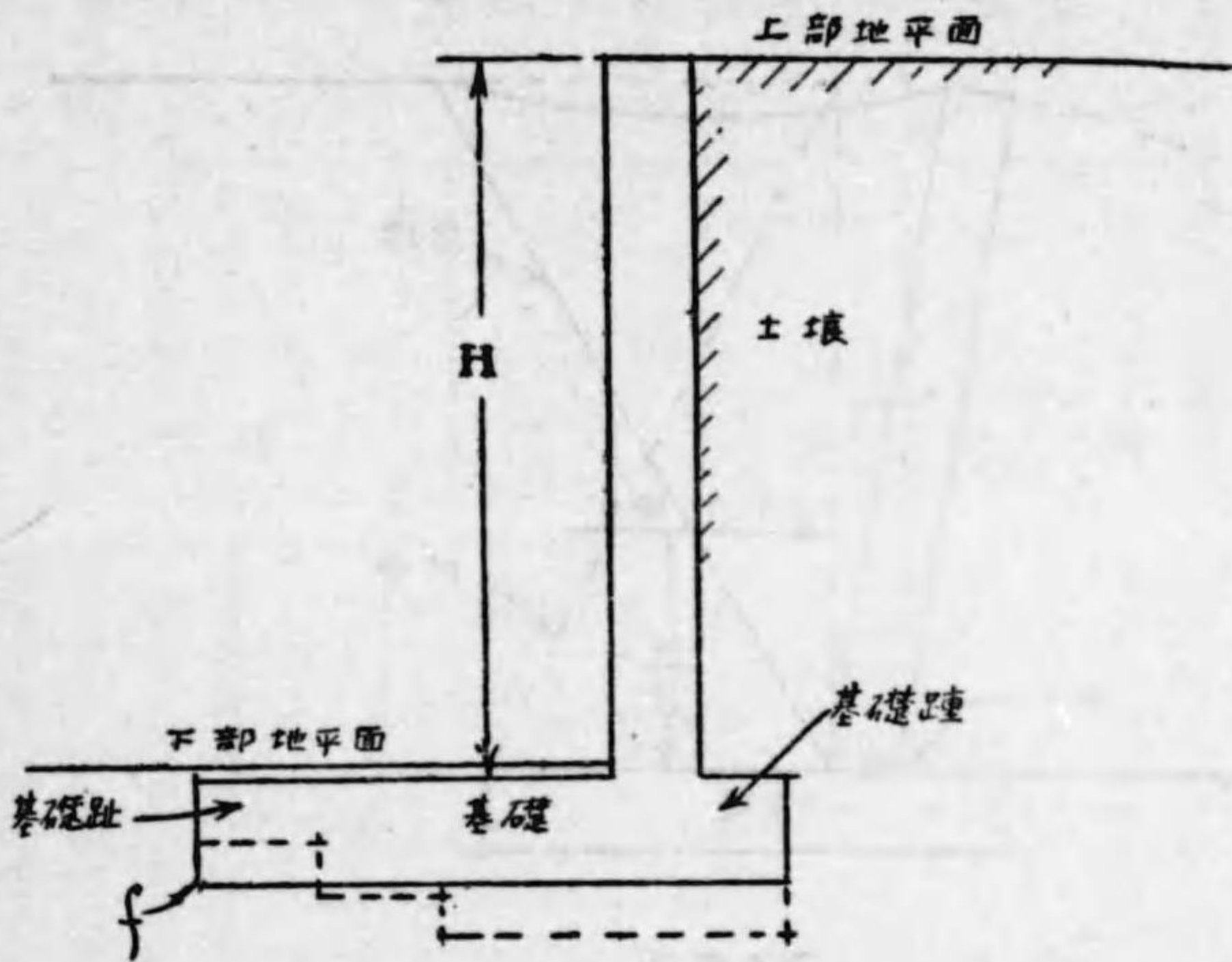
又壁が支持する荷重は位置により其程度が異なる壓力であつて其中心は壁の支持からみて壁全長の「三分の一」の箇所にあるのである。

土壤の壓力が加はると壁には彎曲力率を生ずるものであつて其最大彎曲力率は壁の基礎にあることになつて壁の頂上に赴くに從て漸次減少して行き頂點に於ては零となる。

此彎曲力率は壁の裏面に在ては應張力を生ぜしめるものであつて又壁の前面に在ては應壓力を生ずるものなること既に梁や「スラブ」の場合に述べたと同様である。

此場合に壁自體の重量は應力には加はらぬものであるが併し此重量は下方向へ働くが故に事實上では外側へ働く土壤の壓力に幾分たりとも逆らうものであるから從て彎曲力率を減少せしめる効をなすものである。

茲に於てか壁の垂直部は桁木の作用を爲して土壤の壓力



第六七圖

こゝになるが斯るこゝは六ヶ敷いからなのである。從て茲に研究すべき三要點があることになる、即ち

に充分に抵抗力を有するに同時に「第六六圖」に示すが如く破壊して顛覆するこゝあるを防ぐ目的で其基礎に充分適當に碇着せしめておかなければならぬ、之れ斯しておかぬと壁は前面端の方へ傾けられる傾向を有するが故に此の前面端が碇臺となつて遂に顛覆するに至るこゝ圖に示すが如くなる虞れがあるのである。

以上の問題は之を挺率の問題とするこゝが出来るのであつて挺率の既に説明したことを容易に應用することが出来る。

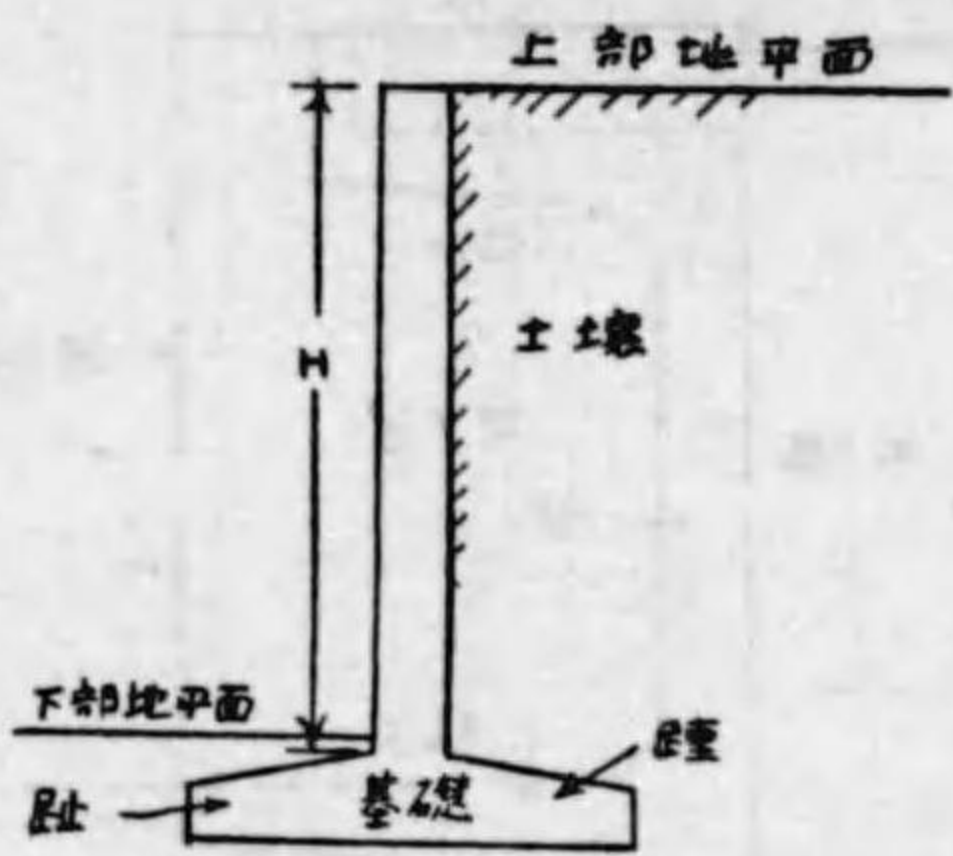
(一) 壁の垂直部には充分なる強さを有たしめて以て土壤の外側へ赴く壓力により生じる彎曲率に抵抗せしめなければならぬ。

(二) 壁の垂直部は壁の基礎に確に碇着させておき以て挺率により基礎と垂直部の接目に生じ勝の破壊を防がなければならぬ。

(三) 壁の基礎は土壤に確と其自重にても、基礎上にある土壤にても、乃至は以上の二つの合成したものでても孰れのものでも可いから碇着せしめて置かなければならぬ。

以上述べた壁の基礎と垂直部の接目關係は往々控壁(カウンターフォート)を設けたり又は壁の背面に突出部を設けたりして助けるこゝもあるが夫等は「第六六圖」で點線で表はしてあるものであつて斯の如く控壁なごを一定の間隔を以て設け壁全體に對して振止としての効用を爲さしめる。

擁壁には種々の型式があつて夫々状態により撰擇するのであるが其状態如何に依ては必しも壁背の基礎に突出部を設けるこゝが可能でない場合が多くあらう、例令ば壁の基礎に接してゐる高い平面の接地面が他人の土地であつて其人が自分の土地へ手をつけることを肯じない場合なごが夫



第六八圖

すが如く二、三箇所儲へるか夫でなければ裏面を傾斜面にして推力線に直角にすることなのであるが此推力線を求めるには土壤の推力と壁自體の下方向推力との合成した線を求めれば可いのである。

此形を變へた壁の一型式は「第六八圖」に示したものであつて此壁は兩側に突出部を有つてゐるものであつて其

であるが斯るこゝが往々あるものであるが、斯る際には低面最下基礎(「ロー、レル、ベースメント」)が要るものゝ様になるものであつて壁の型式は「第六七圖」に示すが如く垂直部の前面に突出を設ける配置をするのである。

此種の壁に在ては壁の基礎上には顛覆を防ぐ爲の土壤の重量は些しもないのであつて且尙夫で抵抗力を有たせる様に基礎を設計しなければならぬのであるが、此壁の例によると碇臺は基礎趾(「トール」)の外側末端にあるこゝになるものであつて圖にfで示してある箇所になる。

然るに此型式によるこゝ或る場合には壁全體が破壊乃至顛覆はせずとも基礎の儘全體が前方に推出される虞があるが此欠點を豫防するには基礎の裏面に段をつけて之を受面(「アバトメント」)の如くなる様に垂直面を點線にて示

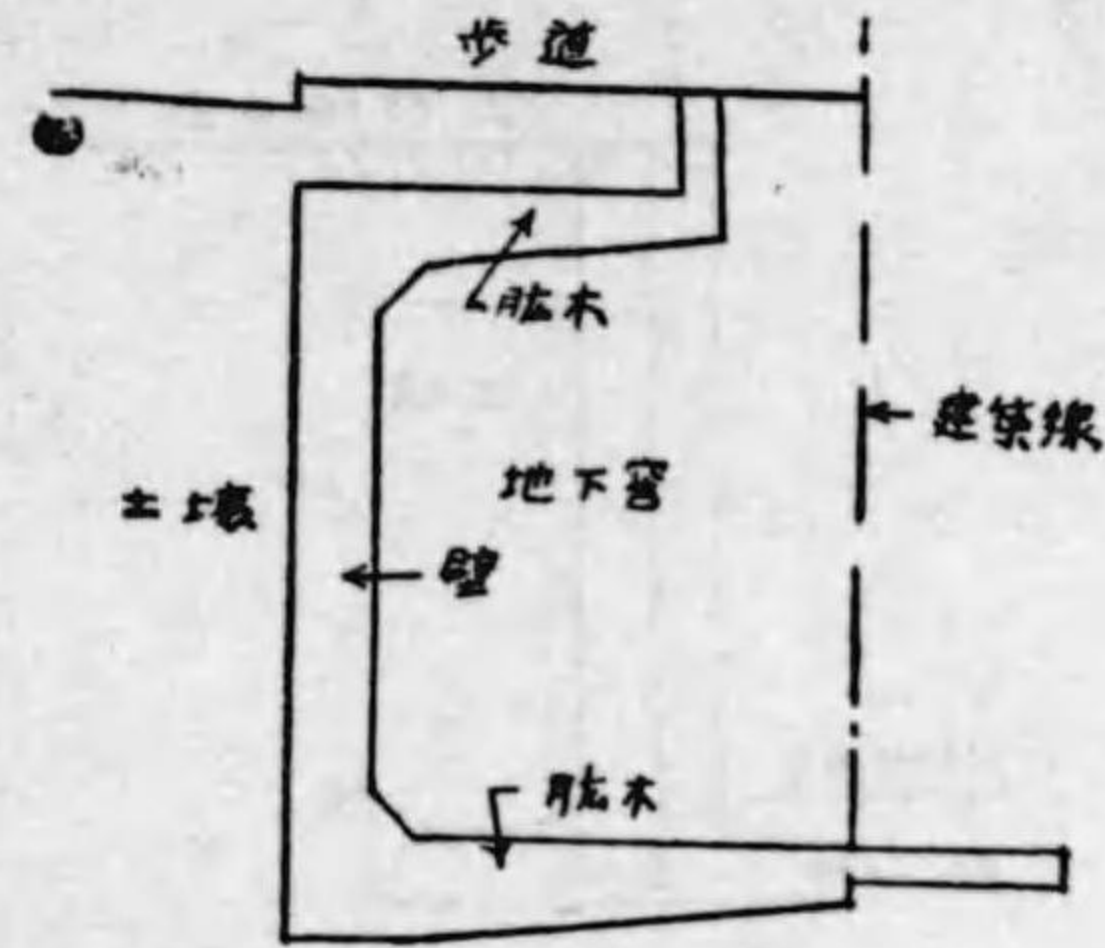
特別型式のもので舗道の地下に穿(ヴァールト)を設ける場合などに往々用ひる壁は「第六九圖」に示したものである。

此式の壁では上部の水平部分は土壤を支持する垂直部分から脇木としての作用をするものであつて、此等の垂直部分と水平部に働く推力は底部床面に於ける突出脇木基礎になる道理で下部の地面に移つて行くものである。

此場合の全推力は單に壁背の地壓計りてなくて歩道と其上を歩行する歩行者の荷重と壁背と裂線との間に位する部分の直上にある車道の交通の爲に生ずるもの等なのである。

又或る例にあるが擁壁の上部を梁で支へ其梁を壁と建物の主要骨格に渡して支へてあるものであるが、斯しておく壁の顛覆に對しては充分な抵抗物となるものであつて壁の垂直断面は壁の高さに等しい徑間の「スラブ」になることになり、其平面の大小に從て異なる程度の壓力を承けることになる。

本書の目的は設計に關係を及ぼすべき諸の原理を説明すれば足りるのであるから各場合々々の事情に應じて種々の要點を考究する必要が起るものであつて以上擁壁に就て述



第六九圖

べたことは土壤を支へる目的の擁壁であるが、水壓に抵抗する爲に設ける擁壁も大體に於ては以上述べたことと同じ概則に従ふものである、但し此場合に於ては稍簡單になるのであるが、夫は重量の爲に生ずる差異さか乃至は靜止角(安定角)の爲に生ずる差異とかさなく、且水の深さが知れていれば壓力の方も正確に決定することが出来るからなのである。

一立方呎の水の重量を秤つてみるに六二・五封度である、而て擁壁に對する平方呎の壓力は水の深さ(呎)に六二・五を乗じたものに等しくなる。擁壁に對する壓力は水深に從て大小が生じる譯であつて水面に在ては壓力は零であるが壁の底部に在ては最大壓力が加はる、而て全壓力の中心は底部から測つて全高の「三分の一」の平面にあるものである。

「第七〇圖」に示したのは水堰擁壁の断面であつて水壓に差違を生じるのを表はすに例の如く陰影を以て示したものである。

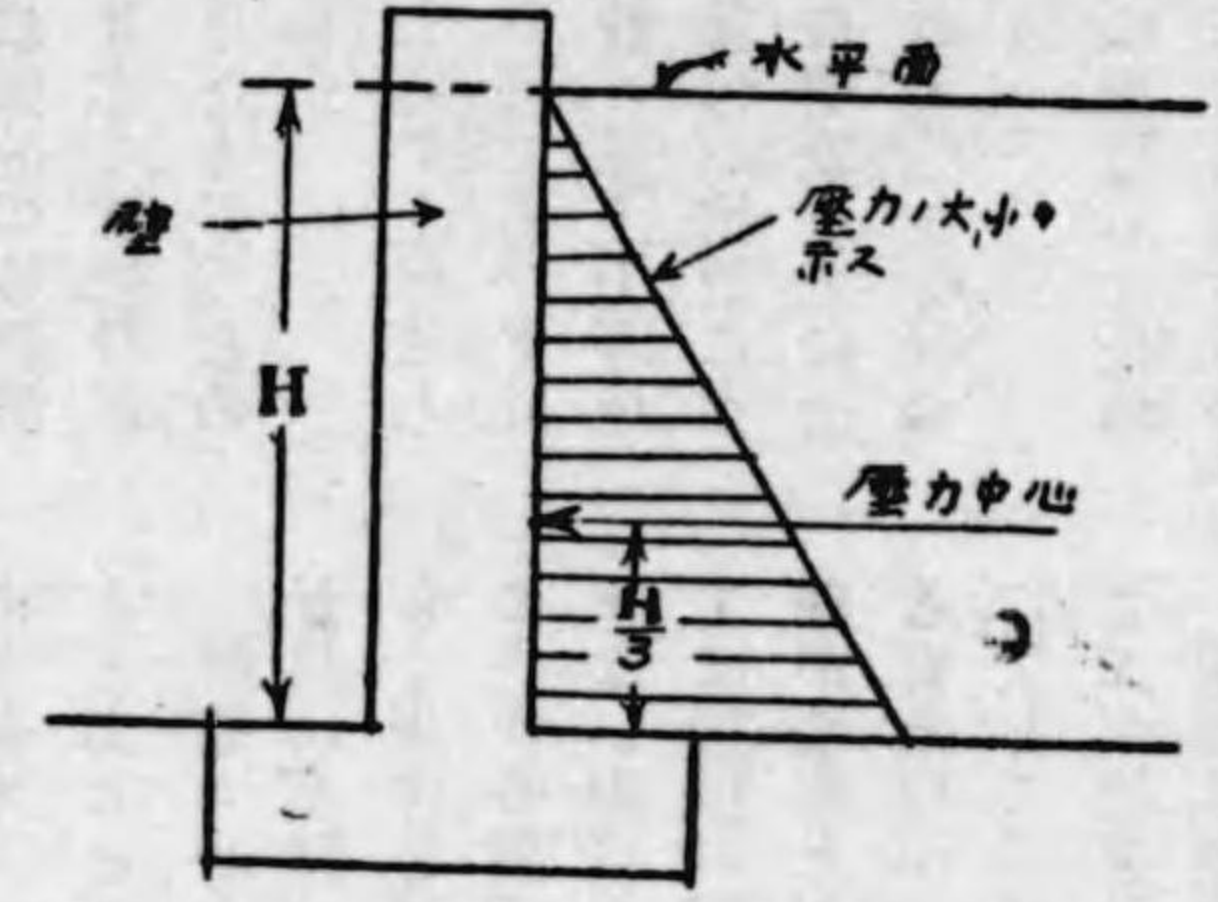
全水壓の中心は基礎からH/3の距離に在るものであつて此三角形の重心にあるのである。壁底に於ける最大彎曲力率は全壓力にH/3を乗じたもの

に等しくなる。

勿論土壤の場合と差つて水には自然角とか乃至は安定角さか云ふものはないに定まつている。從て裂線もないから水全體を支えさせる様に設計しなければならぬ。而て水壓は水深が深くなる程増加して行くものであつて此水を堰き或は保持している水槽や其他の容器の形状や乃至は大きさに關係しないのである。換言すれば一平方呎の水壓は一〇平方呎×深六呎の水槽の壁でも乃至は一〇〇平方呎×六呎の水槽の壁にでも同じことである、但し此場合水槽は孰れも満水してあるものとする。故に此等の場合に水壓を減少せしめやうとするには水槽の深さを減するより他に手段はないのである。

鐵筋コンクリート擁壁の工事は最大の念入工事と監督が要るものであつて工事を擔當する責にある人々の心に次の要項を深く彫附しておくことが最も肝要なのである。

- (一)假枠は完全に剛直にして且充分頑丈にしてコンクリート打中に打込コンクリートの壓力に耐えうるものたるべし、之れ擁壁假枠の垂直部分は打込コンクリート



第七〇圖

が自體を支へるに至る充分の強度を出しえるまで此打込コンクリートに對する一時的の擁壁の役目をしなればならぬが爲なのである。

(二)壁背にある土壤よりの壓力はコンクリートが擁壁として役立つだけに充分な強度に達するまで之を直接コンクリート上加はらしめてはならぬ。

(三)コンクリートの強度が充分なる程度に達せざる中に壁背に土壤の裏込をする必要がある場合には切立又は方杖の如きものを以て壁面に適當に何等かの支持を施しておかなければならぬ、又之は設計者の認許通りに行はねばならぬ。

(四)壁に接近した高地平面上に些しでも荷重を加へて壁背と裂線との間にある場所以内に應壓力を生ぜしめてはならぬ、之れ茲に應壓力を生ぜしめると設計者が既に計算してある土壤の壓力に對する以外に壁に應力を生ぜしめる結果さなるが爲である。

往々擁壁の工事完了に際して次の工事に用ひる材料を既成擁壁高地平面上に積重ねる必要が起る場合がある

が、萬一既成擁壁に接近して之を積重ねるに絶對危険を醸すことになる。

(五)擁壁頂上同平面上に乃至は擁壁頂以下に永久的高地面仕上が行ひある場合に心得べきことは壁に接近して此仕上面上に土壌を少しも加ふべからざることであつて、之れ斯く土壌を加へると其重量は前述の移動滑り落ちる部分の土壌に加はるることになり従て壁自身が増加荷重を承けなければならぬことになるが爲なのである。

但し設計圖に壁頂以上に土壌を傾斜せしめて土手さし土盛することを示してある場合には別問題であつて此場合設計者は其増加壓力に對しては設計々算上で考慮を用ひてあるから可いのであるが併し其他の擁壁に在て假令一時的だから可いと云つて同様に壁頂以上に土盛なきることが出来るなどと思つて其處を以て行つてはならぬ。

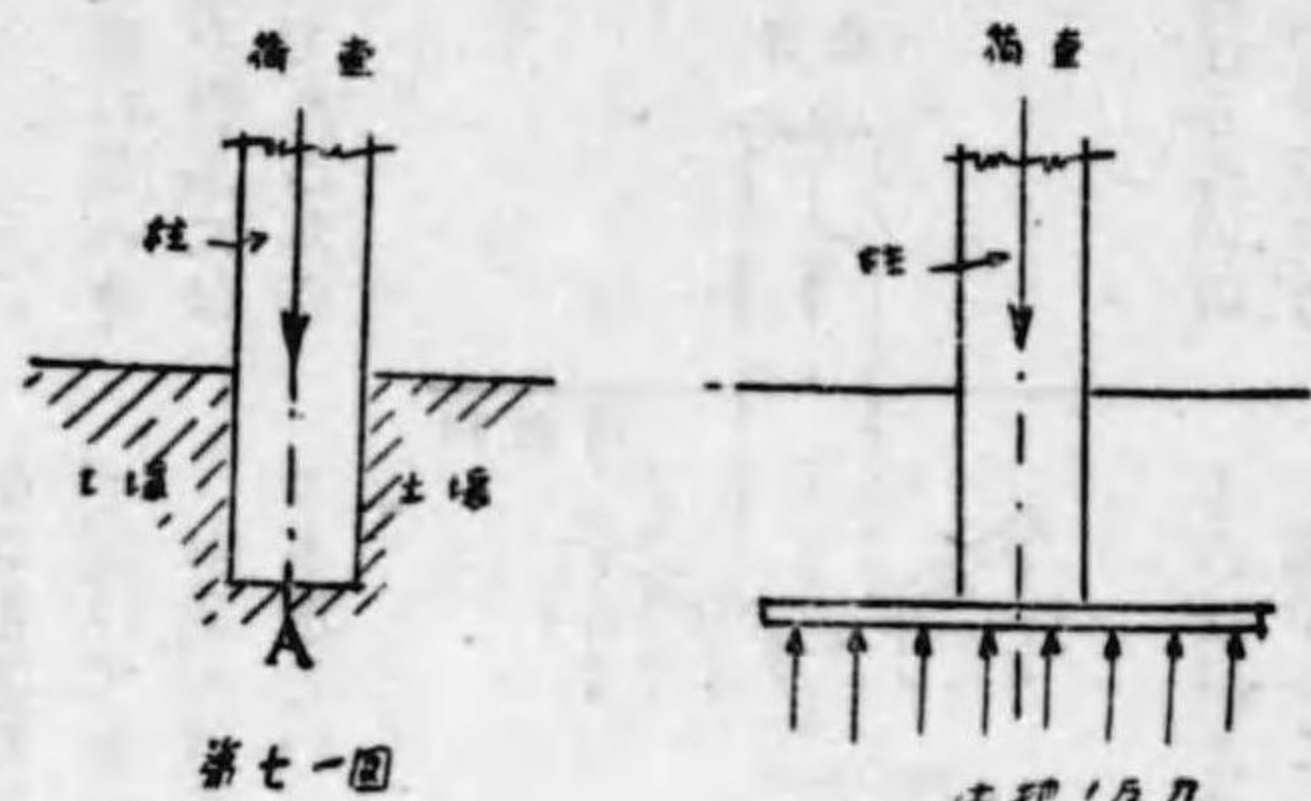
(六)壁の工事が完了した後壁の基礎趾に接近した低地面の掘鑿工事を行ふ場合には充分用心して行はなければならぬ、之れ鐵管埋設其他の同様目的の爲に溝掘鑿を深く行ふと勢ひ基礎趾で基礎が前方へ移動するのに供へてある所要土壌抵抗を減ずることになるから壁全體が移動するに云ふ虞が生ずるからなのである。

の移動沈下が他所の基礎に起つてゐる移動沈下よりも甚しいものであると茲に柱と壁が垂直線に外れて移動するに云ふ危険が生じるのである。
柱と壁が線を外れて移動するに豫備してない所の他の諸應力が働くことになり従て建物中に龜裂を生じる箇所が起り遂に其建物の強さに影響を來たすに至るのである。

以上の如く鐵筋コンクリート建物の基礎に云ふものは肝腎のものなのであるが、鐵筋コンクリート建物の基礎を設計するに際し考慮すべき點が數箇條あるが今其主なるものを擧げてみると

- (一) 土地の安全抵抗力
- (二) 土壌に對する外氣の影響
- (三) 適當に建物の重量を分布すべき基礎の大小、形状及強さ
- (四) 其基礎を有する建物の附近に將來建設すべき工事に於て排水を行ひ又は土壌を除くべき處あるべき

(一)土地の安全抵抗力
其基礎を設くべき土壌の安全抵抗力は基礎に對する第一要件であつて、之れ即ち此安全抵抗力の奈何に依て荷重を分布する面積を決定するものであつて且つ



基礎の目的とする所は此分布荷重を成可く廣い面積上に分布せしめて以て其土壌が安全に耐えうる重量以上の壓力を如何なる點に於ても承けることを豫防しておくが爲である
「ロンドン、カントン、カンスル」建築規則では天然地上に設くる基礎の壓力は次記の諸項を超えざる程度のものたるべしと規定してある。

軟弱なる粘土、濕潤なる砂乃至緩状態の砂より成る天然床—平方呎に付一噸
普通質粘土乃至固まつた砂より成る天然床—平方呎に付二噸
緻密なる砂利「ロンドン」青粘土、乃至白堊より成る天然床—平方呎に付四噸
今一例を擧げて説明してみよう—一噸の荷重を承ける鐵筋コンクリート柱が一本あるものと假定すると其コンクリート柱の柱臺の面積は上記の限度以内で平方呎に付壓力を維持せしめる様に一〇〇噸の荷重を分布せしめなければならぬ。
今其基礎を軟弱なる粘土質の土壌である

土地上に設けるものとするれば其柱臺の面積は一〇〇平方呎なければならぬ、即ち例令ば一〇呎平方の柱臺でなければならぬ。
又基礎を普通の粘土土壌の地上に設けるものとするれば其

臺と基礎

元來建物の基礎は其構造物の支へる全體の荷重を移す手段となるものであつて其構造物自體の重量は勿論其構造物下に於てある地面をも之に包含するものなのであるから、茲に於てか設計が巧く出来てゐるに且復適當に工事施工が營まれてゐるに云ふことが解る。

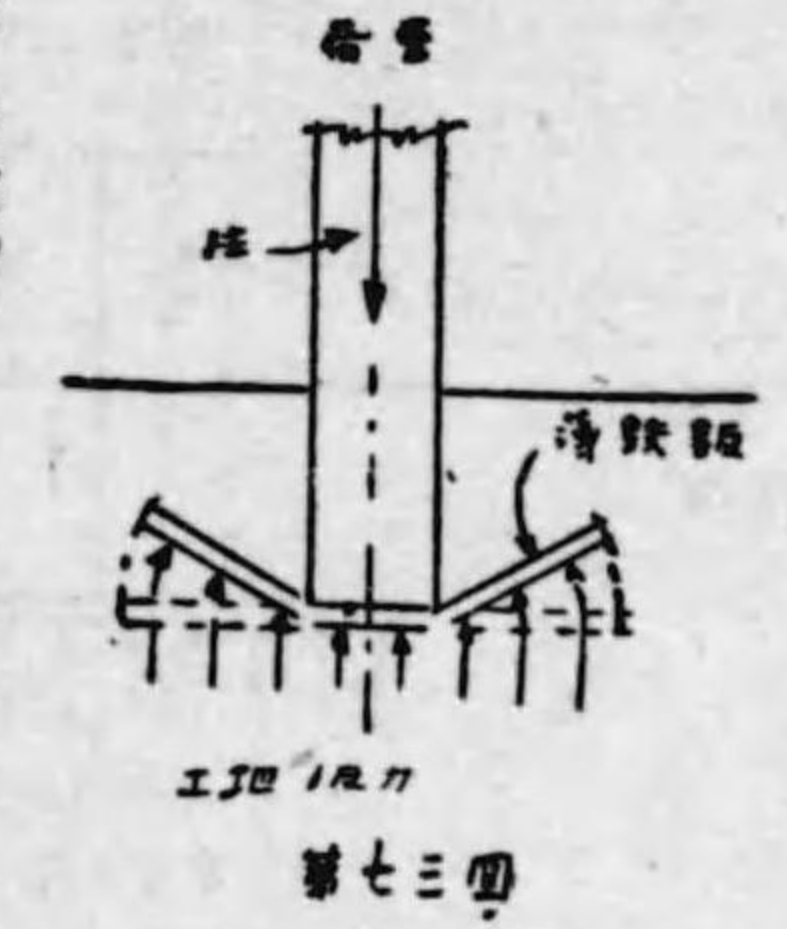
鐵筋コンクリート建築は全部が單體的性質を帯びてゐるが爲に基礎のある一點に輕微な移動沈下が起るにても恐らく災害を醸す原因とはならぬものであつて、之れ此場合に生ずる壓潰云ふ危険率は到底他の舊式建築物の企及しえない程度の最小限に限られるものであつて、此點に關しては諸種の部材間には完全な連絡が保たれてゐるが爲に一部が他部を相助けるのであるから舊式建築以上に遙に大なる安全率がある譯なのである、但し斯う云ふものゝ之が爲に決して基礎工事を行ふ場合に些しでも工事を等閑にするに云ふことが出来ぬものだと考へてはならぬ。

基礎移動沈下は得て新規工事に起り勝ちなものであるが巧く設計が出来てゐる建物であるに其移動沈下が殆んど覺知しえない程輕微であつて且つ此移動沈下が工事全體に亘つて均一に行き亘つてゐるものでさへあれば何等の災害は起らぬものである。
併し萬一此移動沈下が過度であつて、殊に一箇所基礎

柱臺は五〇平方呎の面積を占めていなければならぬ、換言すれば柱臺は先づ七呎平方以上を有していなければならぬ又其土地が緻密質の砂利土壤であれば二五平方呎だけで可いのであるから従て柱臺は五呎平方のものであれば可い云ふが如きである。

斯の如くに基礎を設ける土地の性質が考慮に容れるべき最肝腎の要件なるものであつて、之基礎設計を行ふには之が知れない間は所要面積の計算も出来ない譯であるから出来難いことになるものであつて、即ち之が所要建築材料數量を計算し出だす第一着歩であるが爲である。

此面積が知れるに自ら其荷重支持部材からの外方への荷重の分布（即ち柱臺の突出部）が決定するところが出来る譯であつて、此突出部も亦其長さ平方呎に付加はる壓力に從て計算されるのである。



(二) 土地の 第二の要件は其土地上に於ける外氣の影響如何であつて之は土地の安全抵抗力程肝腎なものではないが然も考慮に容れるべき一要件なるのである。

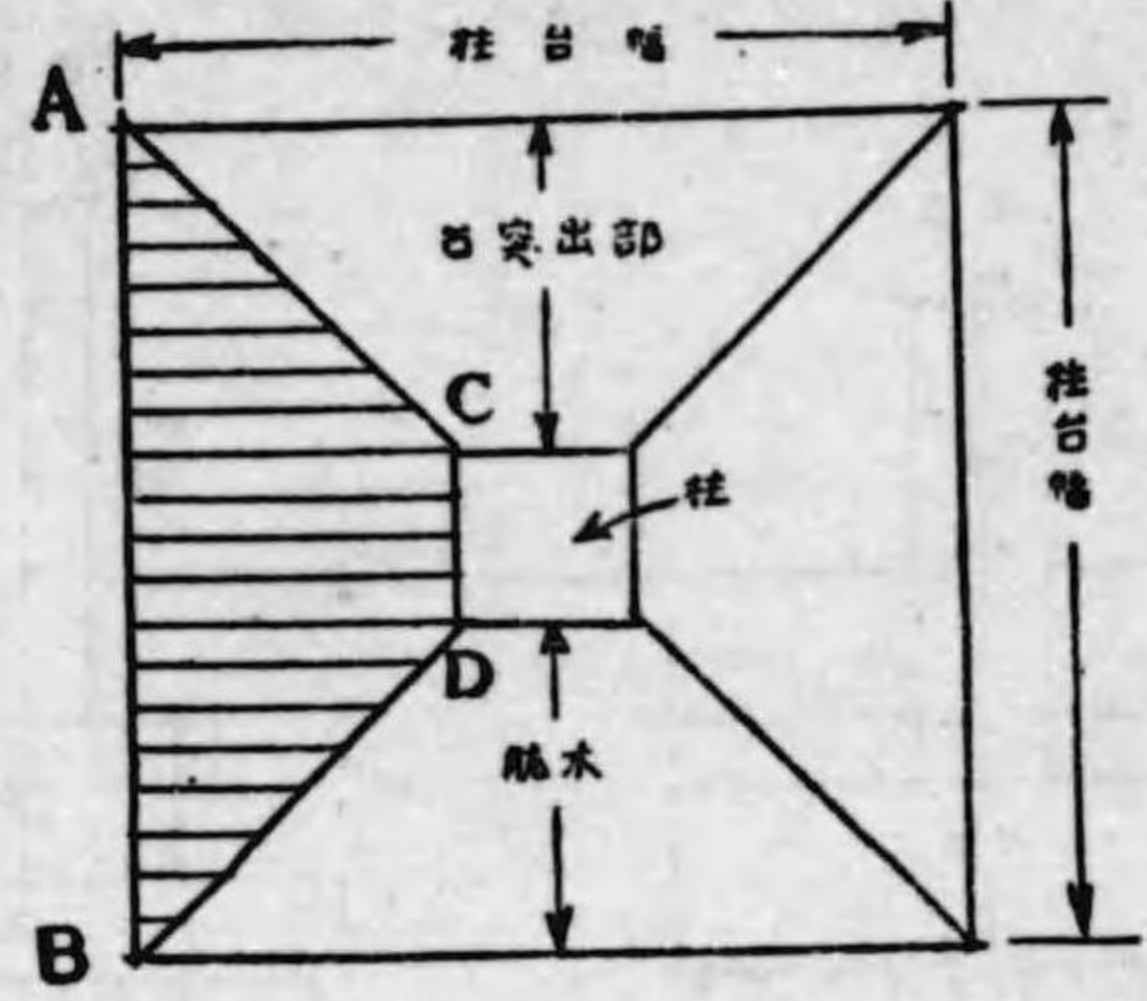
大氣の影響 天候状態と外氣の奈何は一般に土地自體の表面のみならず表面下にも影響を及ぼすものであつて、萬一にも基礎が此外氣の影響を受ける平面以下まで達してはいないとする

霜も亦其水分が地面を膨脹させるものであつて其氷結が縮解すると土地の収縮を起さしめるものであるから之も亦外氣影響の範圍地平面までは地面の移動を起さしめる云ふ意味になるものである。

降霜が如何に地面を膨脹せしめる作用をするか云ふことは「スラグ」乃至は水結「マカダム」道路の例をみれば好く判ることであつて此等の道路に在ては霜が降り氷結するに路面に隨所に龜裂が出来て来て大體の路面が舗裝材料の粒子が離れ離れになるから膨脹を起して龜裂だらけになる基礎工事に於て其影響を受けぬ様にすることに最も肝腎である云ふことは判つてゐるが其程度云ふ問題なるは一々其建物の状態により異なるものであるから總括的の規則は與へられないが先づ規則すれば全主要部材の柱臺を深くさせることであつて、斯しておけば下側は外氣の變化を受ける程度以下に深くなつてゐるから安全なのである

(三) 基礎荷 重の分布

第三番目に考ふべき要件はと云ふ適當な荷重の分布を行ふべき基礎の大小、形状及強さと云ふ此三つであつて設計家が詳細に亘る計算を行ひ其荷重状態に



第七四圖

建部材全體の大き及重量は先づ先に第一着として夫を決定し然る後に基礎に於ける全荷重を算出するものであつて、從て此理由で設計者は先づ屋根から段々と下の方へ計算して行つて各階床に達する度毎に壁柱の荷重を合計して最低部に達せしめる斯して各柱の全荷重が算出され地面の安全應壓力度が算出された上は其各柱臺の設計は出来る。

適當に設計した柱臺が如何に必要であるかと云ふことは今茲に二、三の圖解を以て説明してみよう。

「第七一圖」に示したのは鐵筋コンクリート柱であつて今此柱が例令ば一〇〇噸の荷重を承けてゐるものとす、而して其斷面積が三平方呎あるものとすれば此柱に加はる壓力は今此柱が單に何等の柱臺に方法なく地中に柱部材が埋めてあるだけのものとすればA點に於ては柱の下の地面に

其基礎は種々の状態に任せられ遂に移動を起し沈下は免れ難いことになるであらう。

英國の如きに在ては此外氣影響範圍は土地面で云ふ大體に地表面から約三呎計りであるにせられてゐるのであるから重要な工事を營む場合には基礎を最底此三呎の深さまで設けておかなければならぬ。

外氣の地面に及ぼす作用は或る土地に在ては著しく他よりも激しいことがあるものであるから設計者は一々其状態に應じて設計をするものなのである。

今例令ば粘土質土壤に在ては夏期に於ける外氣の影響を受けて普通に土壤が著しく収縮するものであつて從て地表面に龜裂を生じ夫が外氣の影響を受ける程度の平面まで深く及ぶものであるが、又夫が冬期になるに再び粘土々壤は膨脹を來たすのであるから、斯の如く土地云ふものは絶えず移動してゐる状態にあるものなのである。

萬が一にも基礎が斯る外氣の影響を蒙つて變化を受け易い地面内に設けてあるものだとするに確に其基礎も移動を起すものとみなければならぬ。之は粘土質の土壤多い地方に行つてみるに判るが單に此原因のみによる龜裂が建物の壁中隨所に生じてゐることをみることもあるものである。

適する様な最も有効な經濟的型體を設計し出だすのは茲なのである。

元來工事現場では基礎は建物の中で工事に着手すべき第一番目のものなのであるが設計家には之は最後に取扱はるべきものなのである。

は平方呎に付三三噸以上の壓力が加はるるこゝにならう。

前に掲げてあるが如く緻密なる砂利土壤に於ける平方呎の最大壓力は僅に四噸なのであるから従て此場合の如く三三噸以上の壓力が加はるる地面は過重な重量を承けて壓縮されるから柱は全荷重を承けた場合に地中にメリ込んで了ふと云ふこゝが解る。

従て之に打勝つ爲には柱の斷面積以上に壓力を分布せしめる或る方法を講じておかなければならぬ。

之に對しては「第七二圖」に示すが如くに柱の下に鋼鐵板を敷くこゝが出来る。

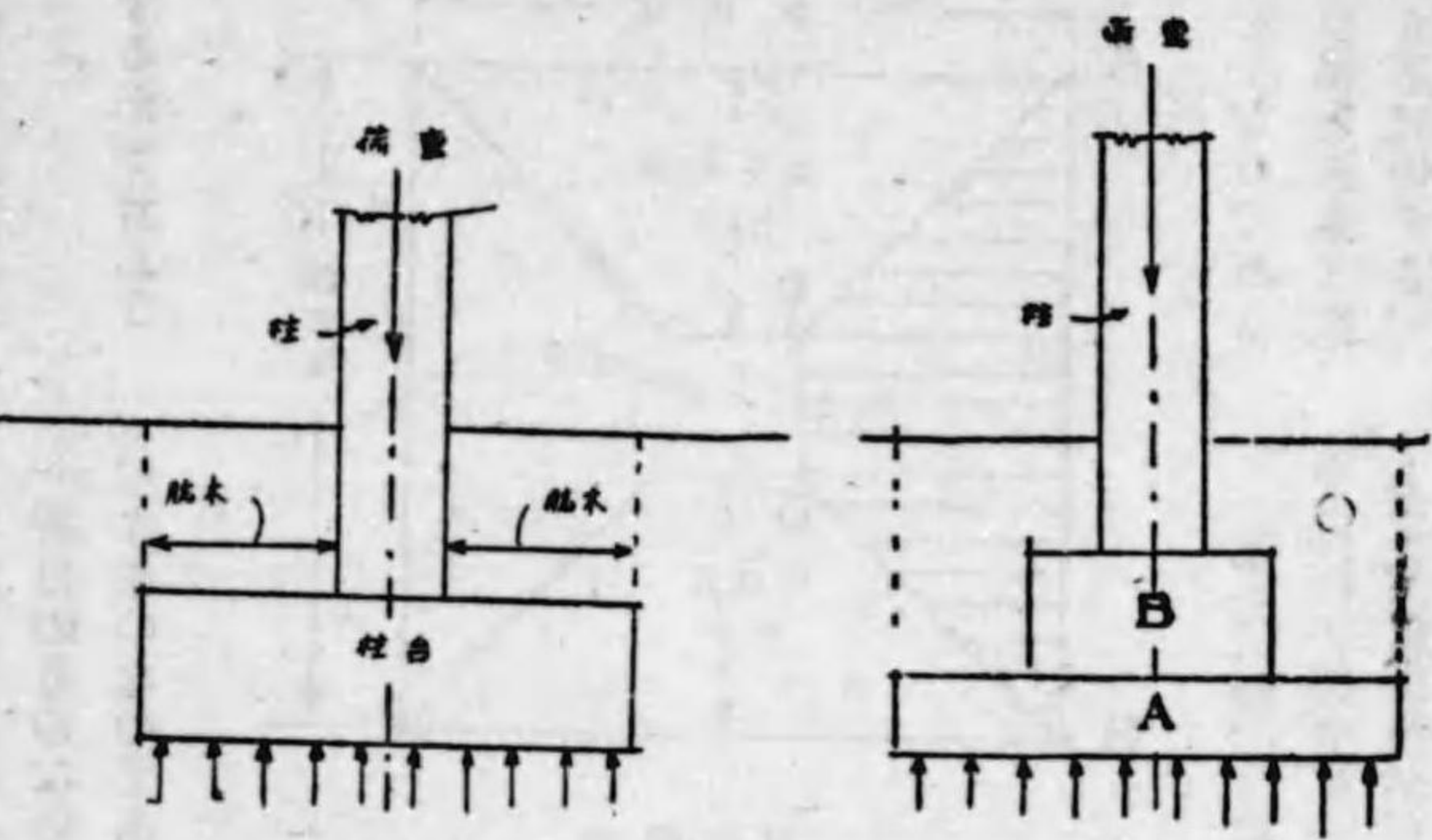
一〇〇噸の荷重を有して地面の安全抵抗力が平方呎に付四噸とすれば此鋼鐵敷板の大きさは二五平方呎即ち五呎平方なければならぬ。

斯しておけば柱が此鋼鐵板を地中にメリ込ませない限り柱は地中へ下がる筈はないものである。

故に此敷板の大きさが地面の安全限度内に壓力を支へるものとしたらば地面とても抵抗が出来て破壊せぬから敷板は其儘其位置に保たるべき筈である。

以上の如き設備をしておけば荷重分布と云ふ問題は解決出来るものであつて、但し此場合に敷板は充分堅固なものであつて柱からの荷重を地面上に平均に全點の二五平方呎の面積上に移すだけのものでなければならぬ。

萬が一にも此敷板が充分堅靱のものでなくして例令ば薄い鐵板の様なものであるとすると柱斷面以外の箇所から折れ曲るこゝ「第七三圖」に示した如くなる處がある。



第七五圖

第七六圖

之に依てみると此柱斷面以外に出でる柱台の部分は地面に對する壓力に等しい分布荷重を支持する一舷木として計算しなければならぬ、之れ壓力に對しては地面の反力を以て備へしめなければならぬものであるから、此場合此柱台は一の中間部材であつて之があるから柱上加はる集中荷重の反力で均等に分布される譯なのである。

今「第七三圖」を逆に上下にしてみると此舷木作用をしてゐることが直ぐに解り、茲に以上の如く簡単に説明した原理が直ぐ理解され様と思ふ。

實地計算に於ては一見するが如く开れ程簡單には行かぬものであつて、之れ柱臺は設計では正方形であるが其四面の柱面外に出てゐる各部分は各々三角形を爲すこと「第七四圖」の陰影部分で表はれてある部分の如くなる。

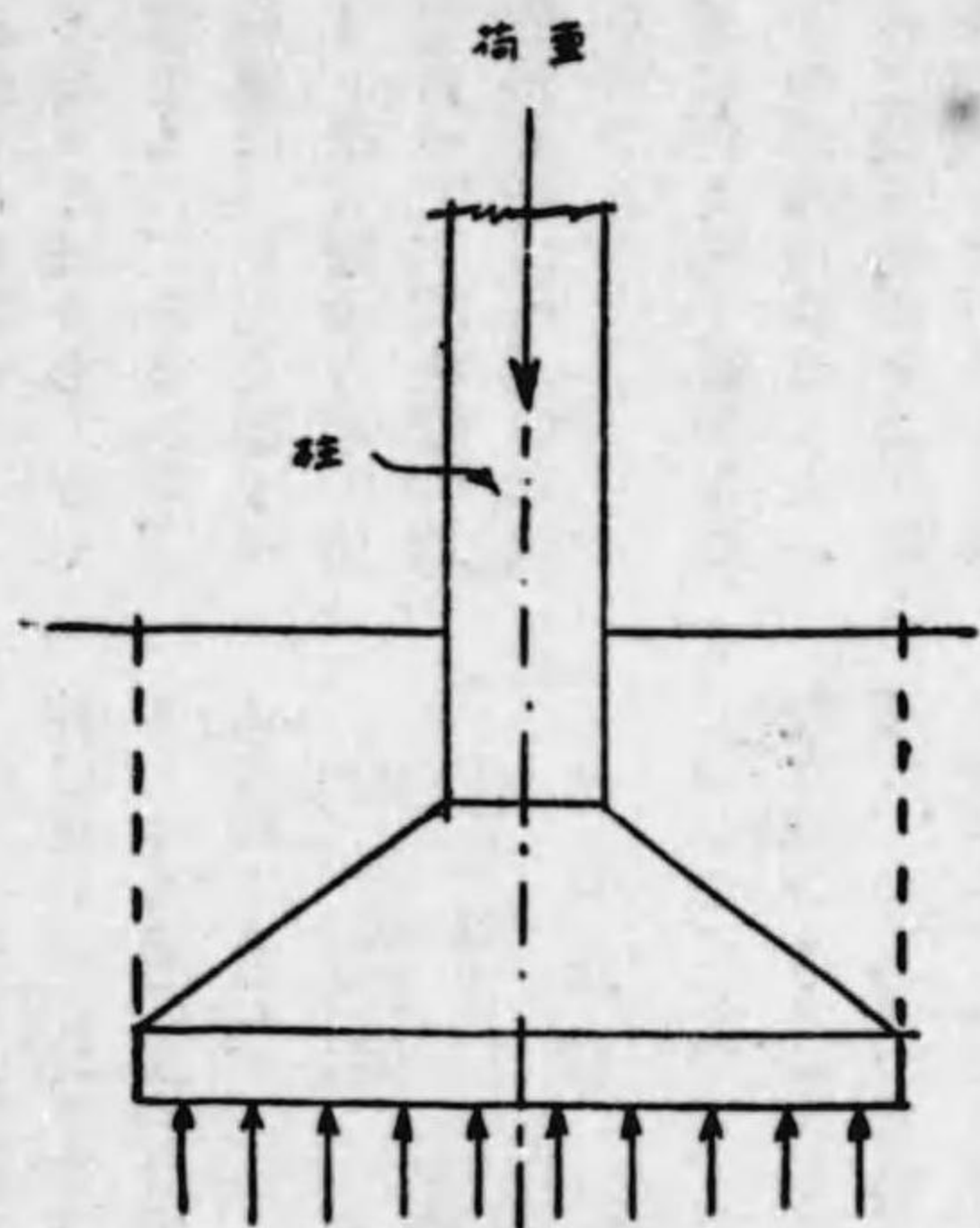
此陰影部全體(即ちABCD)の面積上加はる總壓力はCD線上にある材料から移されて來るものであるから従て此壓力は此壓力の中心(即ち換言すれば此壓力が働くものを見做される點)をOに計算しておく必要が起る。

壓力の中心から此O線に至る距離にABCD上加はる總壓力を乗じたものが此點に於ける最大彎曲力率とならう。

开こで此彎曲力率が出れば夫から鐵筋とコンクリートの所要抵抗力を算出するこゝが出来ぬ。

但し本書では此實際的計算まで踏込むのは目的ではなく單に其概則だけを述べれば可いのであるから説明は此邊で止めておくこゝにする。

柱臺の中でも最も簡單な形式のものは「第七五圖」に示したものであつて其柱臺突出部は厚い鐵筋コンクリート層



第七七圖

リット臺を全部掘鑿面積大(A)として所要厚みに設け、次に其上へ簡單な假枠を設けてB部と示した部分のコンクリート打込を行ふ。此二重の柱臺の上へ實際の柱と稱する部分を設けるものなのである。

此式の方が「第七五圖」に示したものよりも尙經濟的な

を爲し所要壓力分布を爲すに必要な面積を有してゐるものである。

此形式の柱臺は併し普通經濟的でないといふこゝは柱臺と柱身の接目であるが此點で抵抗する必要があるが其外側末端が無用に厚過ぎることであつて、従て夫が爲に理論的に必要程度以上に餘計にコンクリートが要する譯になる。

此無用のコンクリートを省く爲に基礎を屢々段付とすること「第七六圖」に示すが如くするものであつて此場合に在ては接目の外縁のコンクリートの無用の厚みは除かれてあるものである。此式の柱臺の場合に行ふ掘鑿は一般に同圖の點線に示してあるが如く掘下げるのであつて、斯しておいてから下部のコンクリ

のであるが、但し夫は輕荷重の極短柱の場合にはさして經濟的につかぬ云ふのは斯る場合には其柱臺は僅に小面積のもので可いのであるから從て二度手間の假枠を設ける費用でコンクリートの分量に見える程の節約が出来ぬからなのである。

柱臺の最大彎曲力率は柱との接目に生じるものであつて又此彎曲力率は外側末端に行くに従て段々減少して行くもので遂に末端では彎曲力率は零となるものであるから、故に理論的見地から云ふ理想的の柱臺は「第七七圖」に示すが如きものであつて其コンクリートは其彎曲力率の生じる差違に應じて計算してあるものであつて、其柱臺の頂は外側末端に至るまで柱との接目まで斜面に慥へ外側末端では僅に厚みを數時ミしてあるものなのである。

斯る柱臺を設ければコンクリート量に何等の不經濟は起らず然も出來上つた上は全く完全なものが得られる云ふ譯なのである併し最初の假枠費用のみで強ち經濟を必ず計れることは云へないものであつて、假枠に六ヶ敷い手間の要るものが出來れば何にもならない。

此假枠なきも其例で餘り慥へるのに簡單なものでもない計りか其上に切組ミ設置に何れも正確且念入ミ云ふ手續が要る。尙其上に主な不便があると云ふのは即ちコンクリート打込中にコンクリートが起す壓力の爲に假枠が持上がることを何等かの碇着法か乃至は重みをつけて防いでおかな

ければならぬと云ふことなのである。

其壓力が仲々莫迦に出來ぬものであつて大形の厚い柱臺になると甚しく大きな壓力が働らくものであるから從て假枠を下に其儘落着かせ様ミする必要上勞力が餘計に要る計りか假枠完成に手間取れる。

夫でも此形式の柱臺が一番多く用ひられると云ふのは此柱が材料の無駄を許さぬ場所に科學的材料を用ひて設計でもしやう云ふ設計家に執つて自ら用ひさせる様な型だからなのである。

(四) 土地に變化を起さしめる場合

最後に考ふべき要件は云ふに此基礎を設くべき地面の附近に將來工事を行ふ場合に在て其工事中に排水したり乃至は土壤を除くことがありはせまいか云ふことなのであつて、勿論之を重くみられる程度は一々の特別な場合々に應じて全然異なるものであつて皆同一には出來ぬ、併し萬一基礎が地面上にある壓力を生ぜせしめる様に設計がしてあるものミし、然も其より後に此地面が其附近の掘鑿により影響を蒙り今迄あつた水量が減じ細かい土壤分子が水と一緒になくなつて行つて了ふものとしたらば必ずや其地面は收縮する筈であつて從て所要抵抗力は出せないことにならう。

什麼ことがあらうものならば其結果其地面上にある構造物は沈下する、沈下すれば大小の龜裂が必ず生じやう、さ

すれば諸所に缺陷が表れやう。

此の點を示したのは何が故に基礎が所要地面以下の低面に設ける様に屢々設計圖に示してあり、以て外氣の影響を受ける線以下又は確固たる地面に達するまで掘下けて設けてあるか云ふ理由を説明する事になるからなのである。

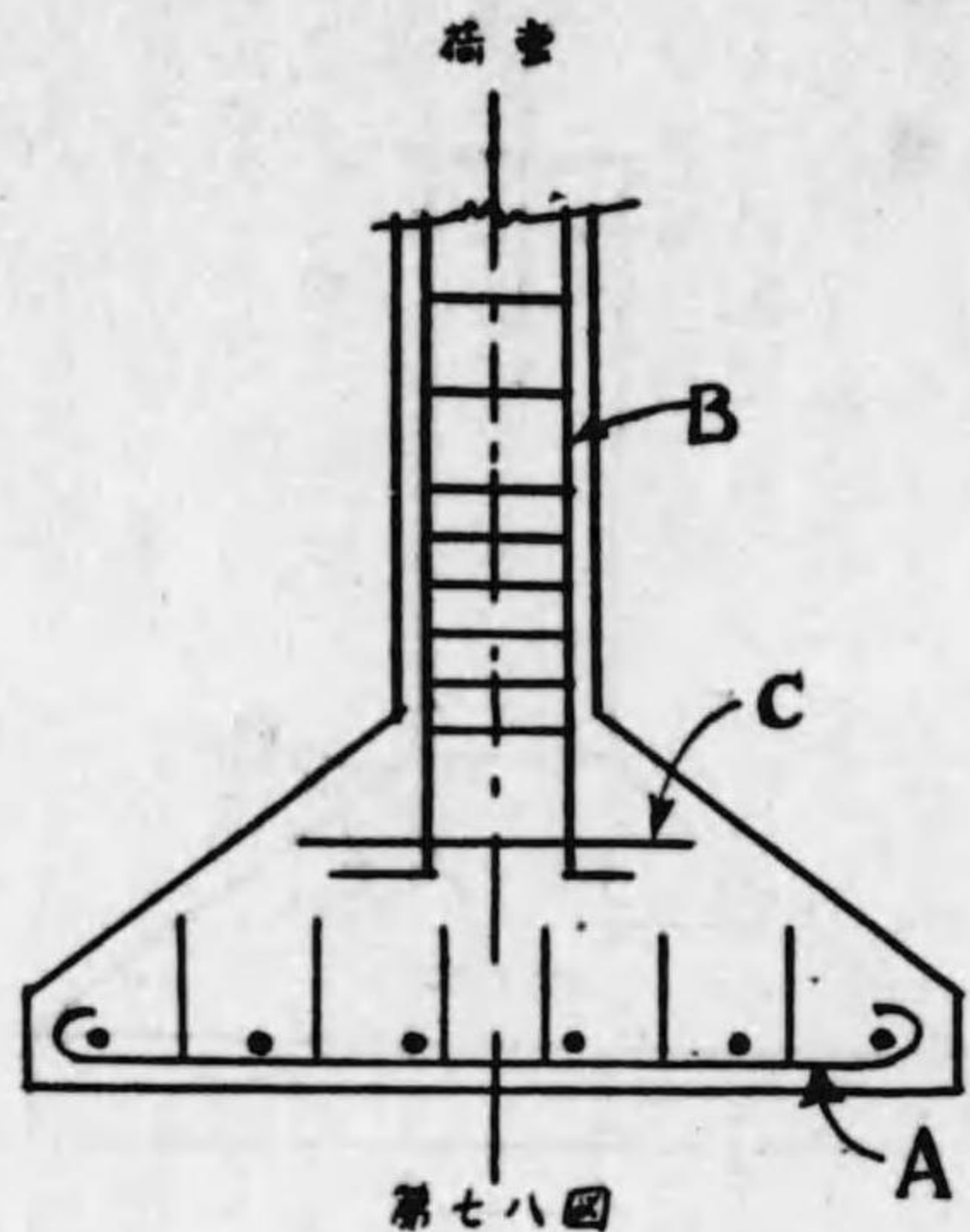
斯して設計者は必ず以上の要求が起り得べき將來の工事に對して豫防手段を講じておくのである。

最後に此柱臺の問題を終るに先つて其補強鐵筋の配置法に關して數言述べねばならないと思ふ。

柱臺の補強鐵筋量及鐵筋の型體は勿論承ける荷重に從て異なるものであつて、大體の配置法も亦設計の採る法式と使用する特別型式に從て異なるのである。

其代表的な柱臺の略圖を「第七八圖」に示してみるが鐵筋には一々A、B、Cを附しておいた。

A 鐵筋は柱臺の下側に挿入してある主應張筋であつて此筋は柱臺の端から端へと双方に延びて長く各肢木部分の彎



曲力率により生ずる張力に抵抗せしむるものなのである。

B 筋は柱體自體の主垂直補強筋であつて、夫が柱臺まで延ばしてあるものである。

此筋は其先端を外側に曲げ出して直角になさしめてあるものであつて (八一頁参照) 斯した理由は比較的断面の鐵筋末端が直接にコンクリート上に壓縮せられて過度な應壓力を生ぜせしめることを防ぐのが目的なのである。

既に度々述べてあるが如く鋼鐵筋の應張力はコンクリートの應壓力の一五倍となるから從て此鐵筋の末端に何等の荷重分布の豫防方法が講じてなくて直接にコンクリート面に坐へる云ふことは鐵筋上に加はる荷重は小面積でコンクリート面に移つて行くのであるから勢ひ鐵筋がコンクリート面を突抜いて臺までメリ込んで了ふ云ふ重大な危險を惹起させることになる。

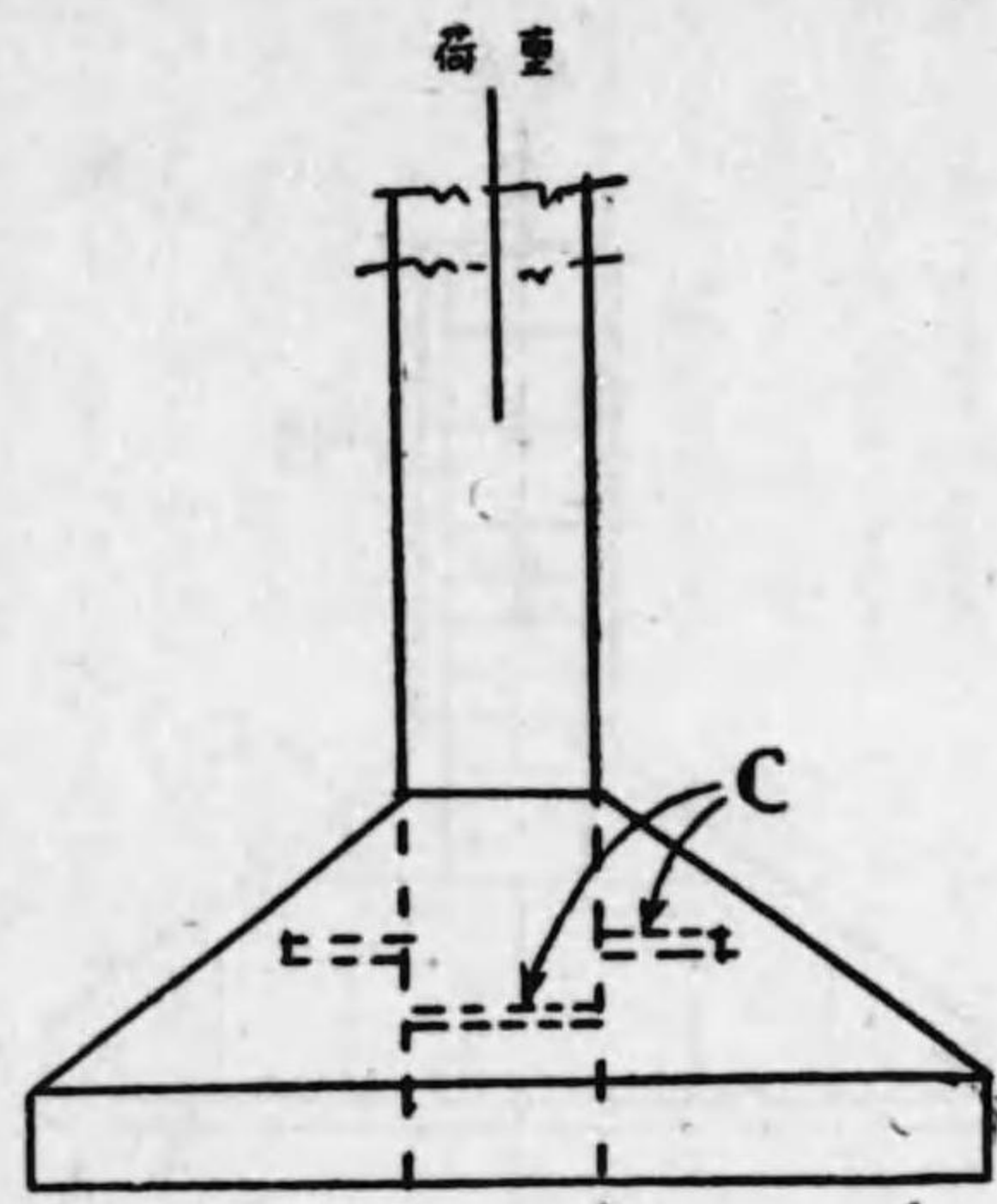
C 鐵筋は應剪抵抗を與へる爲に挿入したものであつて、柱自身には剪力作用が働くものであつて即ち柱臺へ突入しやうとする傾向があるものであつて此を「第七九圖」では

點線で示してある。

此作用は既に應力を説明した際に堅應剪力（ヴァーチカル、シーヤ）に關して説明してあるものと同一であつて、此剪力に對し抵抗せしめる爲に特別の豫防手段を講じておかなければならぬとすれば圖に示すが如く柱臺に鐵筋を挿入しておくのである。

今「第七九圖」に點線で示してあるが如く柱体が筋を剪力の働で切斷して終はない限り柱臺はメリ込む筈がない。柱臺にも亦主應張筋の破着に鐵筋を挿入し且つ應剪力に抵抗せしめなくてはならぬ。應張筋の末端は既に説明してある通り曲げ込んでおかなければならぬ。

或る基礎では其補強鐵筋は稍複雑したものとなり且工事を正確に行はしめるには非常な綿密さが要する事がある。もし職工長が工事當初些しでも六ヶ敷いと思つたならば先づ地上に見本として一柱臺に用ひる鐵筋を組立て、みることをお勧めする。斯しておいて萬一必要があれば地下面中に鐵筋を組立挿



第七九圖

入しない前に夫で設計者に檢て貰つて許可を得るのが可い殊に設計圖面通を正確に行ふ場合に何等かの疑問が生じたら開うところである。壁臺は柱臺と差つて其時の場合々々により異なるものであるが、之も大體的に云ふと鐵筋コンクリート構造物の壁と云へば重荷重を一般に支持する様に設計してないものである。故に其基礎は餘り重大視せられていないものであつて重荷重は柱臺（ビーヤ）に移されるものである。之が擁壁の場合であると基礎は壁の垂直部分と一緒に設計せられるものであること既述の如くであつて、臺又は基礎云ふ一般的な題目の下に這入らぬものである。鐵筋コンクリート構造物を施工地面（即ち天然地面上に、ある平面を慥へる爲に土壤と塵埃なきを布いて盛上げた地面）上に設ける必要が生じる場合には夫々其敷地状態に適當考慮を拂つて基礎を設計することが肝腎なことであつて、之れ施工地面は大抵其抗壓力が弱いものである計りか外氣の作用を蒙るに沈下し易い

ものである。

故に此施工地面が特別に厚いものは別として荷重支承基礎は凡て確固たる天然土壤まで掘下げて設けておかなければならぬ、但し場合に依ては此施工地面でも充分硬めてあり又構造物自身も大きなものでないならば筏型地型（ラフト、ファウンデーション）を用ひて荷重を分布せしめることが出来る。

此「ラフト」は一枚の大鐵筋コンクリート「スラブ」を建物の全面積上に設け鐵筋コンクリート桁即ち夫が肋になるもので一定間隔で持たせ斯して「スラブ」を數個の「パネル」に設けたものである。

此方法を用ひておけば荷重は大きな面積上に分布されるから、建物の一部分が移動沈下しやうとしても此「ラフト」が破壊するか、又は全建物に「ラフト」が一緒に沈下しない限りは沈下しやう筈がないのである。

此「ラフト」が荷重を適當に分布する様に設計してあり且工事の方でも設計圖面通りに施工がしてあれば破壊が起る危険が生じやうがない。

又萬一全「ラフト」に建物が一樣に全面積に亘つて稍沈下する様なこゝがあつても何等害はないものである。

又往々にして此「ラフト」の下に鐵筋コンクリート桁を打つて支へしめ沈下する場合の抵抗力を大ならしめる必要があるこゝがあるが、斯る工事を營む場合には特別念入工

事を経験が要る。

尙以上述べた以外に基礎、臺に關して述べるこゝは澤山あるが、之は此種の構造工事の形式が最も重大問題なものであるが、既に普通一般設計を左右すべき主たる理論に亘つて説明を充分にしてあるので、是以上に多岐に亘つて職工長側に對し監督、注意を惹くべきこゝが構造物の部分中にならぬと思ふので、茲に基礎云ふものは念入に且眞面目正直に工事さへしておけば其工事は成功の端緒に就いてゐるものであると云ふこゝを再言して置く。

セメント

セメントは人造セメントのポルトランドセメントを用ひて成るべく緩結性のものがよい、セメントの善惡を檢定するのには昭和二年四月十四日商工省告示第九號で定められた規格によるべきものである、檢定の要項は

- 一、セメントの粉末微細程度
- 二、凝結
- 三、セメントに注水した後其の凝結硬化に際して收縮又は膨脹し、其の收縮膨脹に起因する龜裂を生ずることなきや否や
- 四、應張力
- 五、應壓力

可様な檢定でセメントの可否を檢定するものであつて、猶以上の外にセメントの化學的成分や色、比重、附着力及び抗剪強等の檢定をもすることもある。

砂は清淨で硬くて耐久性の粒が必要で珪

砂

質の粒から成立つものがよい、能く洗つて清浄にして使用するのである、砂粒の大きさもポルトランドセメントの規格にある。セメントと砂を能く混合して水を加へて更によく混和したものがモルタルである。

砂利

砂利はセメント、砂及び水とともにコンクリートを作る材料であつて、其の質硬く耐久的で、玄武石類花崗石類若くは此と同質のものがよい、耐久的コンクリートを作るには玄武石類のものがよい、何れにしても砂と同様清浄のものでなければならぬから能く洗つて清浄にするのである。砂利の代りに岩や大石を破砕して碎石として使用しても良いのである。

鐵筋コンクリートを作るに用ゆる砂利の大きさは一吋平方の四分の三の篩目は通過するも一時平方の十六分の三の篩目には残留して通過せぬ程度のものが良いので、大體に於て砂利の大きさは六ミリメートル以上二、五センチメートル位迄の間の範圍のもので成るべく種々の大きさのものを混有して居るのがよい。可様なものは其の空積が小で經濟的のものであつて所要モルタルの量の節約となり従つてセメントの節約にもなるのである。

砂利は鐵筋と鐵筋との間によく入り込んで又鐵筋と其の外部模造との間によく入り込み得る大きさのものが必要で、

之等の間に入り込み得ない様な大きい砂利はよくないのである。

砂利は使用前に充分水を吸収して用ゆべきものである。そうでないセメントの凝結硬化に必要な水を吸ひ取つてしまつてセメントの凝結硬化を妨ぐるからである。

モルタルは砂利の間隙空積を充分に充たすに必要な量よりは多少餘計に用ゆるがよい、砂の量は鐵筋コンクリートの場合にはセメントの二倍より多いのは宜しくない、又砂利の量は砂の量の二倍より多いのは宜しくない。

即ちセメント量を1としたら砂は2、砂利は4の割合即ち1:2:4位に混するこゝが良いのである。

モルタルを練るのには手練りの法と器械練りの法とがある。手練りの法は最も迅速に行ふこゝが必要で先づ捏臺上に砂を敷きて上にセメントを置く、そしてショベルで數回攪拌して水を注入して更に數回切り交せて能く混和するものである、練つたならば硬化し初まらぬうちに使つてしまひ度いのである。

混凝土

コンクリートはセメント、砂、砂利を適當の割合に混合して水を加へてよく混和したものであつて、斯く混和したものは時日を経るほど凝結硬化して堅強な塊となるのである、つまり一種の人造である、セメントに水を加へて能く混和するに化學的作用を起して空中でも水中

でも凝結硬化するものであつて、此際に砂、砂利を結合して之等と密着して堅い塊即コンクリートとなるのである。

鐵筋コンクリートとしてのコンクリートは、次の様な割合にセメント、砂、砂利を混合して作るものであつて、普通のコンクリートの場合に比べてセメントを多量に使用して良い強いコンクリートを作るのである。

1:1.5:3 又は 1:1.5:3.5 云ふのはセメントが一で砂が二又は一半、砂利は四又は三の割合であることを示すので普通は手数のかゝらぬために容積の割合で、以上の様な割合として混合するが、大切な工事には重さの割合とすることが必要なのである、即ち之等の重さを秤つて混合するものである。

コンクリートは時日を経るほど次第に其の硬化が完全となるものであつて、即ち抗壓力が増すもので、つまり強くなるものである。

今一例を示すに次表の様な強さになる。

セメント	砂	砂利	製造後一ヶ月に於ける極抗壓強 毎平方寸	安全抗壓強	製造後三ヶ月に於ける極抗壓強 毎平方寸	安全抗壓強
1	2	4	125.	31.	170.	42.
1	1½	3	145.	36.	195.	49.
1	1	2	190.	47.	250.	62.

コンクリートは以上の様な極抗壓強を有して居るが加へる水の量によりて乾コンクリートと湿コンクリートとが出来る、セメント、砂、砂利の全重量の百分の六乃至十二位の割合の水を加へる、此中で六パーセントを加へたものは乾コンクリートで施工に際してよく搗き固むるこゝが必要であつて、其の強度は水の多いものよりも大である

が、鐵筋コンクリートでは今少し餘計に水を用ふる、然し水が餘り多過ぎて十二パーセント以上も加へると流動的になつてコンクリートの強さを弱める、先づ八パーセント乃至十一パーセント位の割合に加ふれば、所謂流し込コンクリートと云ふ程度とすれば、施工の際に丁度適當に其場所へ流れ込み、只單に表面を平滑にしたり、或は鐵筋と鐵筋との間によく入り込ましめるために只少しシヤベル等でつきませればよいのである。

コンクリートがさう云ふ壓力を受けたときに破壊するか、即ちコンクリートの極抗壓力を試験するには各邊が七センチメートルより小ならざる正立方體又は圓錐體を作つて適當な時日を経た後に壓力を加へて其の龜裂を生じ破壊する有様を見て、如何程の極抗壓力を有するかを定めるのである、試験にするコンクリートは實際の工事に作るコンクリートと製造方法、凝結硬化期日、状態など、すべて同一のものにして試験することが必要である。

コンクリートの強度を云ふものは日數の経るほど其の強

度を増加するもので三ヶ月目に於ける強度を1としたならば大體次表の様な結果を示すものである。

コンクリートの強度の増加率

國名	製造後の年月					
	7日	28日	3月	5月	1ヶ年	2.5ヶ年
鐵乙コンクリート調査委員會報告	0.66	0.82	1.00	1.08	—	1.65
佛國コンクリート調査委員會報告	0.33	0.66	1.00	—	1.50	—
						1.85

コンクリートは表に現はれた様に製造の初期に於て急に強度が増加し初期の或る期間を通過したならば其の増加率は徐々となるもので、凡そ三ヶ月目迄は其の増加率は大きなが其の後は強度は増加しても其の率が甚だ徐々たるものであるからコンクリートの破壊は一ヶ年後に於ては極めて少ないのである。

コンクリート一立坪を作るのにきの位のセメント、砂、砂利を要するかは次の式で大體わかる、此の式はわかり易い爲に各の容積で示した表であるが其の割合を重量の比に取つて定める方がよいのである。

コンクリート一立坪を作るに要するセメント、砂、砂利の量を求むる大畧式

$$\begin{aligned} \text{セメント所要量} &= \frac{75}{c+s+g} \\ \text{砂 (立坪)} &= \frac{1.4s}{c+s+g} \\ \text{砂利 (立坪)} &= \frac{1.4g}{c+s+g} \end{aligned}$$

C, S, G. は各々セメント、砂、砂利の配合割合数

例として1:2:4の配合割合のコンクリートを作らんとすると

$$\begin{aligned} \text{セメント} &= \frac{75}{1+2+4} = 10.7 \text{ 樽} \\ \text{砂} &= \frac{1.4c \times 2}{1+2+4} = 0.4 \text{ 立坪} \\ \text{砂利} &= \frac{1.4 \times 4}{1+2+4} = 0.8 \text{ 立坪} \end{aligned}$$

(一立坪は8立方方に當る)

セメントの重さは一立方メートルにつき千二百八十乃至千四百五十斤

砂の重さは一立方メートルにつき千三百五十乃至千五百斤

砂利の重さは一立方メートルにつき千八百乃至二千斤

コンクリートの重さは普通砂利で作つたものは一立方メートルにつき二千三百斤で鐵筋はコンクリート一立方メートルにつき八十乃至百六十斤位の割合となつて従つて鐵筋コンクリートの重さは立方メートルにつき二千四百斤位と見るがよい。

コンクリートを作る場合にセメント、砂、砂利は能く充分に混捏してから水を加へて更に又充分混捏すべきもので

あつて攪水を使用するときは注意を要するもので主として清水を用うるべきものである。

コンクリートは其凝結を初めない前に施工すべき場所であるので、桁、板、壁及び柱を作る様には出来ただけ鐵筋間に能くコンクリートが流れ込む様にかき込んで搗き込むがよい、そうして成るべく空積のない様にして密實な物體にする様に、かくしてコンクリートの密度を大ならしむる様に努める、密度の大なるほどコンクリートの強さが増して又出来たコンクリートには水の滲透が起らぬのである。

鐵筋混凝

總て鐵筋は設計通りに其の位置に配置して互に交叉するものは、其の點で鐵線で緊結して、鋼鐵筋の動かぬ様に其の位置を確保することが大切である。

土の施工

コンクリートは成るだけ連続して施工するのが良いが一時中止して多少硬化したコンクリート面に次のコンクリートを施工するの必要あるときは、硬化したコンクリート表面を清水で洗ふて清浄にして又其の表面を多少粗にするこゝも良いのであつて、かくしてセメント一ミ砂一ミの割合のモルタルを塗つて後直に其の上に次層のコンクリートを施工すべきものである。

夏季の施工ではコンクリートの水が蒸發して、セメントの凝結硬化を害してよくないから、水も蒸發乾燥を防ぐ爲

に最初の一週間の間は濕水した麻布等で覆ふて、直接夏季日光に晒らすのを防がねばならん、炎暑の時は麻等に水を撒いて特に早く乾くことを防ぐ必要がある事もある。

コンクリート工の施工後最初の一週間は其硬化に大切な時機であるから、直接風雨日光に晒らさぬ様に相當覆ひを必要とするものであつて、模型内にコンクリートを施工するときは、之の模型が充分之等の覆ひになつて、コンクリートを保護するものである。

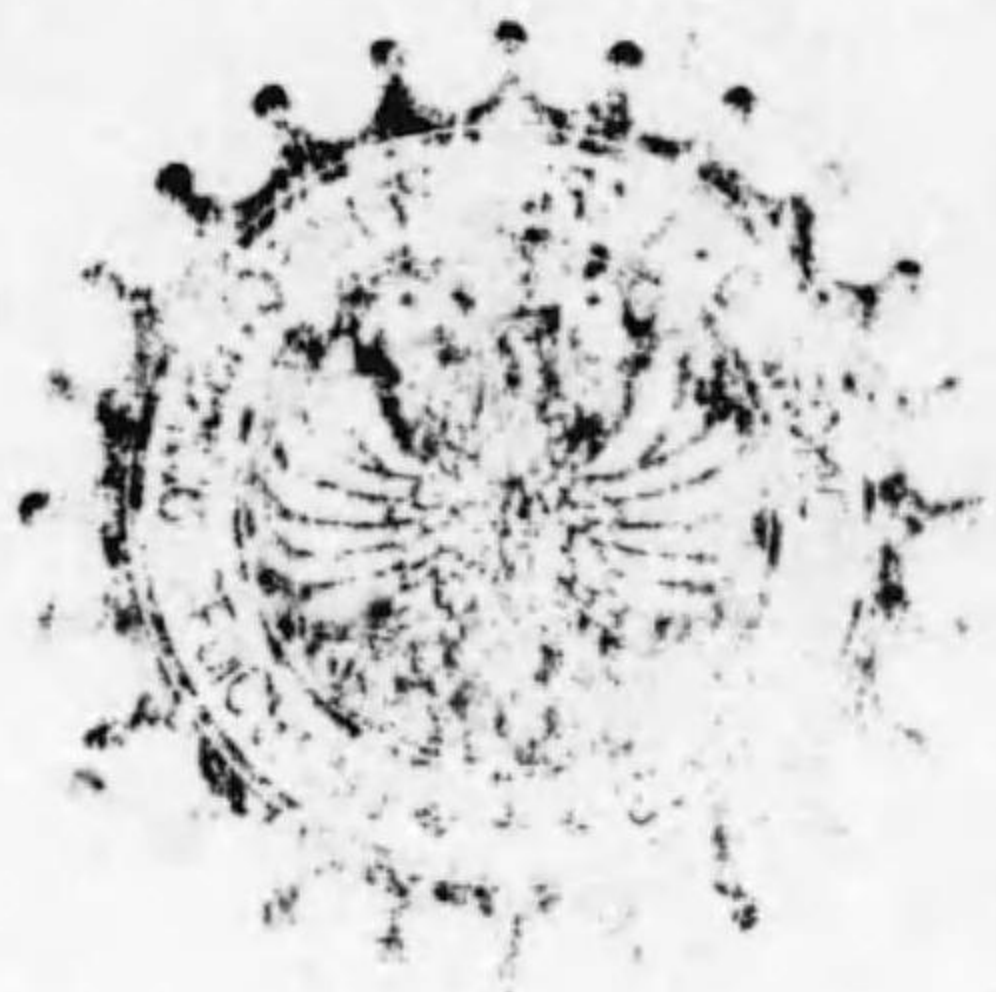
冬季攝氏四度以下の氣温のときは施工を見合せた方がよい、コンクリートが硬化せないうちに霜凍に遇ふときは強度を減じて弱くなるから鹽水をかけた塗の類でよく覆ふて凍結せぬ様にせなければならぬ。

鐵筋コンクリート構造物は一般に其の厚さが薄くて、霜凍の影響を餘計に受けるものであるから、冬季氷結期間の施工は成るだけ中止する様にしたい。

近來コンクリート工事は都市には勿論のこと、山間僻地に到る處の土木建築工事にまで盛んに使用せらるゝことになつたのは、誠に結構なことではあるが、之に關する智識ある良職工は勿論眞の工事監督者をも得る事が都市ですら尙大に困難の状態であるから、茲に本書を刊行して、特に本工に志ある職工並に現場監督員の方に熟讀を希ふて、之等工事の發達普及を完成を期せしめ度い老婆心であるこゝを述べて、擲筆することにする。(終)

318

83



昭和三年三月二十五日印刷
昭和三年三月三十一日發行

定價 金 參 拾 錢

發行者 大阪市東成區森小路町一四〇番地 楯川源三郎

發行所 大阪市東區今橋一丁目九番地 セメント界彙報發行所

印刷所 大阪市西區靱下通二丁目 生田印刷所

賣捌所

電話 本局二九三五番
換替口座大阪六五五九一番

大阪市東區今橋一丁目九番地
日本ポルトランドセメント同業會

終

