

鐵筋混凝土に就て

## 鐵筋混凝土に就て

工學博士 柴 田 哇 作 君

今日御話を致しますのは鐵筋混凝土に就てでございますが、成るべく手短かに申上げる積りであります。總て從來書物や雜誌に出て居りますことで、一向新らしい事ではございませぬ。

最初に大体の事を搔摘んで申しますと、第一が實驗であります。實驗は各國共に随分澤山行はれて居りますが、一つ工合の悪いことは、實驗のデータが皆お十分に報告されて居りませぬ。例へば用ゐたセメントは大概極つて居るにしましても、砂さか、碎石さか、さう云ふものが細かく出て居ないのが多數であります。従つて甲の實驗と乙の實驗とを比較することが困難にあつて居ります。是等はもう少し何とか聯絡をつけることが出来たら宜からうと思はれます。

それから理論に付て今日の様子を見ますと、先づ科學の根底のあるものは無いやうであります。其中應力と變形との關係の實驗は比較的信用すべきものと思ひますが、變形自身に就ての假定は何處にでも入つて居り、其變形に關係して多少の實驗はありますが、それは物體の外面での實驗だけであり、まず純正彈體力學の如くストレス、ストレーン、リレーションから直ちに理論に入るやうな風に進んで來ない以上は根底のアカツヤしたものであらうと思ひます。此の如く實驗は多少改良の餘地があるやうであります。理論も極めて根底の弱いものゝやうであります。

併ながら應用の方で見ますと非常に盛んでありまして、色々のシステムだけに付て見しても詳しい數はちよつと分りませぬが、大約百五十から二百までぐらゐあると思つて居ります。従つて此澤山のシステムを比較研究して、どれが善いか悪いか優劣を定めると云ふことは先づ出來ないことだらうと思つて居ります。勿論此澤山のシステムの中で或物は非常に盛んに使はれて居ります。例

へばアンスピックとかモーニエーとかは盛んに使はれて居りますが、或物は名前だけとか又は專賣を取つただけとか云ふものもあります、併し或システムが盛んに使はれて居ると言つても、必ず其システムが他の物より善いと云ふ標準にはかりかねる事柄もあるかと思つて居ります、其邊の事情は餘り立入つたことにありますので略して置きます。

それで今日の所理論と實驗とは非常に不完全な有様であります所で應用はどう云ふやうな方法でやつて居るかと申します、其用ゐて居る公式などは十人十色にあつて居り、同じ公式を用ゐて居てもコンスタンツかどが矢張り種々様々にあつて居ります、そこで各國ともに或種類の物に對しましては特種の法律を定めて、法律で或所まで支配するやうになつて居ります、所が其法律もまた今日では寧ろ假規則にあつて居りまして始終變更をして居ります、新しい事實が発見されるとそれに對してまた改良すると云ふことにかつて居ります、勿論此等の假規則が國により所により非常に相異して居ります。

大体は斯う云ふやうな有様であります、少し細かく立入つて、いかに異つて居るか云ふことを申上げます、最初に混凝土に付て申します

混凝土の中のセメントは鐵筋混凝土に使ふのはポートランド、セメントに限られて居ります、是は各國で極つたものがありまして深く立入つて御話するだけの必要はないかと思ひます、次に砂に關係することも何處でも大差はないやうであります、一般に餘り細かくは定めてはありませぬが、中で少し違つて居るのは塊地利に於ける建築條例及鐵道の方であります、大さの範圍を定めて居ります、それから砂利若くは碎石是も餘り大差はありません、此事に付ても塊地利に於ては強さと吸収すべき水の分量とに制限を加へて居ります、其他に於てはそこまで立入つて居ないやうであります、それから砂利と碎石の優劣に付ては色々意見があるやうに聞きました、大体にしますれば何方を使

つても差支ないので、砂利と碎石の比較よりも寧ろ石の善悪が大切な點であると考へて居る人が多い様に思はれます、唯其中で石灰石だけは防火の關係から嫌ふ人が多い様に見受けました、石の大きさは最大限が四分の三吋であります、中には一吋ぐらゐにかつて居るものもあり、又最小限は定めて居るものもあるし、定めて居ないものもあります、定めて居るものゝ例を申しますれば、塊地の建築條例では七ミリ、同じ塊地利でも鐵道の方では五ミリ位になつて居ります、次に水であります、是も別段變つた所はありません、唯水の分量が、是は國に依ると云ふより人々に依つて種々様々になつて居ります、大体を申しますと、ウエットにするやうな、澤山の水を使ふと云ふ方が多いやうに見受け、從來硬く練つて叩込みにして居つたものも、近來は段々軟くかつて、殆んど搗固めを要しない位の軟かさにして居り、まして其搗固めと云ふことは、混凝土を固めると云ふよりも寧ろ中にある空氣を驅逐すると云ふやうな目的に使つて居るやうであります、色々の關係上、今までのやうに、混凝土を硬く練つて非常な勞力で搗固めると云ふことは、勞力の上からも損であるし、築造物の方からも得策でないと考へて居る人が多いやうであります、それから混凝土の割合は一、二、四或は一、二、五と云ふやうかのが一番多いやうであります、塊地の建築條例では一、三乃至一、五、塊地利では砂、砂利の割合は定めて居りませぬ、鐵道の方では一、半、一、半、或は一、二、二位になつて居ります、是等はセメントの分量の多い方の例かと思つて居ります、それから練方は、彼地では手練が少なく、機械練が多いのであります、中には手練の方が却て宜いと言つて居る人もありますが、概して申しますと、手練は機械練のやうな工合にかゝるので、手練の时分にはセメントの分量を何割か普通の規定より増すと云ふことにかつて居ります、それから次にテスト、ピースに付て申しますと、是は立方体を使つて居るのが一番多い様であります、小さい方は英吉利あたりの四吋立方から、大きいのは獨逸あたりの三十センチ立方位にあつて居ります、其の試験は何日後にするかと云ふ混凝土の年齢、エージは一番短かいのは四週間

乃至六週間、一番長いのが九十日位になつて居ります。それから弾係數の比は十から十二乃至十五が一番多いやうであります。是も所に依て區々にあつて居りまして、佛蘭西の規則などでは八から十五と定めて、如何なる場合には八、如何なる場合には十五と云ふやうに規定してあります。十五と云ふのが一番多い例かと思つて居ります。それから使つて居る強さのことを申します。彎曲に對する抗壓強度は中々變化がありまして一番多いのか一平方時に付き五百ポンドでセント、ルイスの如きは八百を使つて居ります。五百と八百と申します。其間に六割ばかりの懸隔があります。佛蘭西獨逸あたりでは五百とか八百とかに定めないうで用ゐる材料の破壊強度の何分の幾つと云ふことにして居りまして、其割合は十七から二十八パーセント位にあつて居ります。次に直接のコンブレッション、即ち柱のやうな場合には前のものより少く取つて三百五十から五百位にあつて居ります。是も今申上げましたやうに獨逸佛蘭西では破壊強度の一割から二割八分位に取つて居ります。それからテンションのことであり、是は近來の一の理論上の改良或は進歩の點かと思ひますが、それは普魯西の建築條例と、伯林鐵道管理局、埃地利の建築條例、シュワルツの鐵道條例では混凝土のテンションを勘定に入れると云ふことにかつて居ります。勿論最初に寸法を定める時分には混凝土のテンションは無いと考へて勘定して、さうして算定したものにテンションがどの位あるかを試みすることに、かつて居ります。もとは鐵筋混凝土はテンション、サイドに割れ目の入るもので、是は已むを得ない避くべからざるものと解釋されて居りましたが、近來はさうであいやうであります。次にシアアは五十から七十五、アドヒージョンは五十から百ぐらゐであります。先づ混凝土に對する規定はこんなものであります。

次にレインフォースメントのことであり、第一に材料に就て申します。歐羅巴の方では鐵を極く僅かばかり使つて居りますが、亞米利加では一切使ひませぬ。それからハイ、カーボン、スチー

## 鐵筋混凝土に就て

一四四

ルゴロー、カーボン、スチールの二つに就てはハイ、カーボン、スチールは、英吉利には稍々ありますが、大陸には極少く亞米利加が一番多い様であります、詰りハイ、カーボン、スチールを使はない理由は、より多く脆くて且餘程良い混凝土にしなければいかぬと云ふ所にあるやうであります、殊に先刻の混凝土のテシジョンを定めると云ふことにありますと餘程良い混凝土を使はないと、ハイ、カーボン、スチールを使つても効能が無いと云ふやうな理由もありません、次に用ゐる時分の錆のことであります、多少錆があつても構はないで使つて居るやうであります、唯腐て居るのだけはいけないと云ふことになつて居ります、油やベンキは勿論すつかり取り取ります、次にウエルデングは一般に禁止されて居つて、已むを得ずウエルデングで附けなければならぬ場合は特に許可を得てすることになつて居るやうであります、それから強さに付て申しますと、混凝土のやうに變化はありませぬ、テシジョン、コンプレツシジョンは何處でも同じに取つてありまして、一万四千から一万六千ぐらゐにあつて居り、ハイ、カーボン、スチールは特に二万ぐらゐにあつて居ります、シアーの方は八千五百から一万ぐらゐが普通であります、それから鐵材に付ての今一つの問題は混凝土とのメカニカル、ボンデングのことであります、デフォームド、バーはハイ、カーボン、スチールと同じやうに大陸では少ない、英吉利では稍々使つて居りまして亞米利加では非常に盛んで色々の專賣もあります、尤も大陸、英吉利ではどちらかど云ふと段々デフォームド、バーを盛んに使ふやうな傾きになつて居るやうであります、普通の者でメカニカル、ボンデングを造る方法としては、人に依ても意見も違ひますが、大概一番端を曲けるとか割るとか云ふぐらゐのことしかやつて居ないやうであります、で法律の方はどうあつて居るかど申しますと、餘り之に對する規定の條項がないやうであります、例へば普魯西の建築條例ではシアーに對しまして他にどうも仕様のない時分にはデフォームド、バーを用ひ尙アドヒージョンの關係からはデフォームド、バーを使ふ方が宜いと云ふ事にあつて居ります、塊地利の建築條例ではデフォームド

バーでは普通の者の場合よりもアドヒージョンを一割ぐらゐ増しても宜いと云ふとにかつて居ります、亞米利加ではデフォームド、バーが多いと申上げましたが、其中でもジョンソン、バー、是は確か三井の方で代表して居るとか云ふ話であります、之とランソムとサツチアアの三種が一番多いやうであります又特種のものとしてはカーン、バー、あども使はれて居ります、長さは大概どこでも六十尺止、まりにあつて居ります、六十尺までになつて居ります、接ぎ目はどうなつて居るかど申しますと、大概何もしないで居るのが多いやうであります、唯サイド、バイ、サイドに並べて居るだけであります、中にはそれでは不安全だと言つて居る人もあります、さう云ふ人は其處を針金で巻つける、或はフツクを拵へて其上を尙ほ針金で巻つけるとか、色々やつて居ります、先づ是が材料に付てのとであります

次に鐵筋混凝土の構造の上に付て申しますと第一にビームとスラブに付ての計算は、シンブル、ビームとして勘定し尙場合によりコンチニユアスとして勘定して此時には幾らコンチニユイチャーがあつても三つの徑間以上に渡らぬやうになつて居ります、Tビームは最も區々になつて居ります、プランヂの幅はビームの幅から極めて居るのもありますし、ビームの心心の距離で極めてあるのもあり、ビームのスパンから極めてあるのもあり、スラブの厚から極めてあるのもあり、非常に區々になつて居つて、甲の規定と乙の規定では倍以上も違ふ場合があります、是等も將來實驗をやつてしつかり定めなければならぬ點かと思ひます、それから勘定に用ゐる公式は、ストレット、ライン、フォーミユラを使ふのが多いやうであります、中には、先刻申上げましたジョンソン、バーの會社あどもはバラボラの公式を使つて居り、ヴァイス、ウインド、ブライターなどは特種のパワー、ローを使つて居りますが、併し十中の八九はストレット、ライン、フォーミユラを使つて居るやうであります、次に柱に付きましては、最長の長さは横の大きさの十二倍から二十倍位を極度として居ります、カラム、フォーミユラは人に依り國に依て違ひますが、多くはゴルドン若しくはオイラーの二種類を應用して居ります、ブロード

## 鐵筋混凝土に就て

一四六

カラムは賛成する方と反對する方と二つに分れて居りまして、何方とも問題が結着して居ないやうに見受けませんが、次に絶縁でありますが一、二寸位多くは一寸位多ければならぬことになり、倫敦に於て火事に對して致しました實驗上からは少くとも二寸位にしなければならぬことになつて居ります、それから仕事の方で申しますと、是は一向變つたことはありませぬので、唯近來の多數は成るだけ搦固めをしないやうに極く軟かにして、中にはセメントの流れかいのを標準として宜いと云て居る者もある位であります、それから型の取外しは、小さいものであれば少くとも八日、大きなものであれば、長いのは六週間ぐらゐ一部分を其儘にして置くやうにあつて居ります、但し一向力を受けない所は早く取つて乾くやうにして居るやうであります、是は勿論氣候にも依ります、其場所の風通の良否に依ても違ひまして、全く監督者の判断次第で臨時に取極めて居ります、強きのテストは少くとも一ヶ月、長いのは三ヶ月後であれば行ふことが出来ぬことになつて居ります、之を早くやつて失策して壞した例が随分あるやうであります、其テスト、ロードも各國で區々であります、出來上つた物の性質に付て申しますと、第一にウォーター、ダイトネットスのことではありますが、是も今までは水が滲出るとか漏るとか云ふことで、トロを塗るとか、アスファルトを塗るとか色々やつたのであります、此頃では一、二、四位のものでは混凝土の儘で使つて居るのが随分あるやうであります、仕上げたものを見ると漏りは勿論滲出した形跡もかいやうであります、次にシヨックと震動に對する問題であります、是も實驗的に試したものは澤山ありますが、工場などへ行つて見ましても、一方に木造、鐵骨あごがある、他の方に鐵筋混凝土がある、云ふやうな所で床は勿論家根あごに登つて見ましても著しく震動の程度が違ふやうであります、地震に對する抵抗力と云ふことは、是は幸か不幸か彼地には地震が餘りありませぬので詳しいことは分りませぬ、議論は色々あるやうであります、すけれども、唯推定の議論で、實際地震があつたらどうなるか分らぬ事でありまして、地震などの原因

ではありませぬが、いかに強いかと云ふことの適例として、私は勿論自分で親しく見た譯ではありませぬが、チユニスで地盤の悪い所に五階の建物があつて、其建物が一方へ卅度ぐらゐ傾いた例がある、其場合に一方の上つて居る方を掘下げて、目方を載せて水平に直して、立派に建物として使つて居る例がある、之は鐵筋混凝土がいかに丈夫であるかと云ふ一つの例にあつて居ります、次に火事に對する抵抗のことでありますが、是は中の砂利碎石に付ては大分色々の人の意見があるやうであります、けれども石灰石だけは使つていけいかと云ふことは殆んど異論がいかと思つて居ります、其他では花崗石の方が良いとか、煉瓦が良いとか或は悪いとか、其人の實驗に依て見解も色々にあつて居ります、鐵筋混凝土の一の例は倫敦の消防で試験したので、四吋の厚さの壁の一方の温度が華氏の千五百度から二千度ぐらゐになつて居る時分に、反對の方には手をあてゝ居られると云ふものであります、又火事に關係して、工場あごで鐵骨で造つた建物は殆んど火事に對しては無能力と言つて宜いのであります、もう滅茶々に飴の様に壞れて仕舞ふ、さう云ふ關係から近來は鐵筋混凝土で工場や倉庫を造る人が餘ほど多くあつたやうであります、それから中の鐵が腐るかどうかと云ふことも始終議論のあることであります、色々の證據は多く歴史的のものであります、羅馬の建物は斯うであるとか、倫敦のセント、ポールの寺の鐵具はどうであるとか云ふやうな事を拾つて來て、腐蝕せざる方の證據物件にして居るやうであります、今日の鐵筋混凝土では巴里の下水で、或所へ穴を開けて腐つて居るかどうかを見て居る例もあります、やかましい事を言ふと遠き將來の事は分らぬと云ふより仕方がないと思ひます、唯鐵筋混凝土を盛に使ひ出したのは今日まで二三十年にあり、其間に完全に出來たものでは別に腐つたと云ふ例はないのであります、腐つた例のあるのは大概割れ目があるとか、混凝土の混ぜ方が悪いとか、混凝土がぼろ／＼であつて水の滲込むやうな悪い性質であるとか云ふやうな説明のつくものばかりにあつて居るやうであります、次に外觀のことであります



## 鐵筋混凝土に就て

一四八

が、是は今日一つの大切な問題になつて居りますので、仕上げから申しますと最も簡單なもので田舎の橋のやうなものです、唯橋の外側へスパーディングをやる位で外に加工はしかいであります、勿論さう云ふ仕事では型の木目は残りますが、砂利の出るやうなことはあいやうであります、其他はモルターを塗附けるとか或はホワイト、セメントを使ふとか色々なテラコッタのやうな物を貼り付けるとか、其他煉瓦や石を張りつけるとか云ふ等色々ありますが、兎に角他の材料で化粧をすると云ふのは別問題としまして、混凝土を其儘外に出して建築學の要求どいかにしたら一致せしめ得るか云ふことは建築學者の興味ある問題にあつて居て、此事に付て色々研究して居る人もあるやうに見えます、其次に經濟のことでもあります、是は勿論場合に依て違ひまして纏つたことは申上げられませぬ從來の色々のものを見ますと、場合に依ては一割から三割位、極端かのは五割ぐらゐ安く上がると云ふことであります、殊に工場とか倉庫のやうなものでは著しき節約を得た場合があるやうであります、尙初め造る時分の費用の關係の外に維持費は殆んど要らぬと言つても宜い位であります、尙今一つは保険料であります、是は大概どこでも鐵筋混凝土の建物に對しては保険率が低くなつて居ります、それが爲に一層節約が出来るやうにあつて居ります、維持費の關係ではステーションの建物などでも、プラットフォーム全体を掩ふて居るやうな家は從來鐵骨で造つて居つたものは非常に保存に困つて居るやうであります、大きな建物では澤山人數をかければ別問題であります、小人數でやると、一方からペンキを塗つて行つて塗り終つた時分にはもう初めに塗つた所に手入れをしかければ、殆ど年中手入れをして居ると云ふことであります、それ等の關係から近來は鐵筋混凝土で上家を造つて煙突にあたる所だけを開けて普通の日本などで使つて居る上屋の差掛けの長いやうなものを造つて居るのがあります、さうすれば保存の手數無しで濟みます、それから次に失敗のことであります、が壞れた例は随分澤山あるやうであります、殊に亞米利加に多いやうに見受けま

が、其原因は大概研究されて分つて居りますが、要するに約めて申しますと、鐵筋混凝土に何か固有の弱味があると云ふやうな原因は、今日の所では認められて居ない様であります、大概材料が悪いとか、仕方が悪いとか、或は設計がうまく行つて居なかつたとか云ふことにあつて居るやうであります、此中で一つ参考にあるかと思はれますことは、先刻申上げましたテスト、ロードの時期の早かつたことが可ありあります、今一つは、橋あごが出来上つて、もう少し打遣つて置けば宜いのを早く目方を掛け、た爲に失策したと云ふともあります、併ながら是も段々經驗が積んで来て、其數は段々減りつゝあるやうであります、失策に付ての一つの事情は、取締規則の無い地方で、別に仕様書と云ふものを作らぬやうで、素人が鐵筋混凝土専門の人に註文すると云ふことになり、ますと、仕事者は場合により一文でも安くしやうと云ふ必要から、随分勝手次第の勘定をして居る場合があるかと思つて居ります、歐羅巴にはさう云ふやうな取締が比較的出来て居りますが、亞米利加に於ては、それ程完全に行つて居ない爲に、そこら一つの原因にかつて壞れるのは、亞米利加の方が歐羅巴よりも多いやうに思ひます、それは鐵筋混凝土其物が悪いので、あしに、取締方法其他の、全く人爲的不完全の結果と思ひます。

是が鐵筋混凝土の出来上がるまでの大体であります、終りに應用の範圍のことをつまんで申しますと、唯今の處、鐵筋混凝土の應用されない品物は殆んど無いと言つて宜いかと思ひます、其大体をアルファベット順に並べて見ますと、橋臺、水路橋、色々の船浴場、防波堤、橋梁、建物、ケトン、樺突、水路、カルバート、堰、船渠、ドーム、機關車庫、澆水池及貯水池、飛輪基礎、突堤、燈臺、人道の鋪石橋脚、杭管、上屋、岸壁、護岸、擁壁、家根、金庫、海岸防禦、穀倉、階段、枕木、水槽、電柱、隧道等、殆んどエンヂニアリングの總ての方面に亘つて居るかと思ひます、是等のものに付てどの位に應用されて居るか、と云ふことは、四十近いものでありますから、到底一々御話する事も出来ませぬ、又一々調べた譯では、ありませぬから、其重なるものをちよつと申しますと、第一は橋臺、橋脚のことであります、橋臺は構造から言ひまして、大体三種類に

分けて宜いかと思ひます、一つは普通の形、今一つはアーチの場合にはリングを、又ビームの場合にはビームを其儘引伸して橋臺にして行くものがある、第三のものは長くして土を息角にまき出してある第一のものは大概Tの字を逆にしたものの或はLの字の形にした位のことにあつて居りまして其中敷地の關係などで多少形に變化があります、第二のものは橋に鐵筋のある場合に限つて居るのであります、大さは勿論大きくあります、終りの者は、高さの高い時分等には經濟に於るだらうと思ひます、それで天端の所はスラブにし、其徑間が長くおれば途中に柱を置くやうにしてあります、それから橋脚はソリッド又は中空にしソリッドの者は中に砂や砂利を入れたのもあります、天端はスラブに致します、費用は三割乃至五割ぐらゐる割安になつて居るものがあります、それから橋とカルバートのことであります、人道の橋に付て鐵筋混凝土はあふなからうかと云ふ疑を持つて居る人は殆んどないやうであります、スパンの長さを申しますと、シンブルビームで二十一米突、アーチドビームで三十米突、オーブン、ツェブドビームで四十米突、アーチで七十米突ぐらゐるまであります、次に面倒な問題は鐵道の橋に於ける應用のことであります、是は私は機會のある度毎に人の意見を聞いたのであります、が、十人十色と言つて宜いかと思ひます、要するに鐵道の橋に付ては鐵筋混凝土を使つて安全であるかどうかと云ふことに付ては、極つて居ないと言つて宜いかと思ひます、使つてあふあいと云ふ人は、どう云ふ所を押へてさう言つて居るかと云ふと、大体斯う云ふやうな理由かと思つて居ります、第一に始終ショックが起るので、混凝土とレインフォームとの間の聯絡が破れて仕舞ふ虞れがある、第二はクラックが出来易いからそれが爲に中の鐵材が腐つて仕舞ふ、第三には確かな勘定の方法があいから適當の設計が出来ない、第四は特殊の場合であります、小さいアーチなどは鐵材を使つても割安にならぬ、鐵を使はぬ普通の混凝土を使つて相當の厚さにすれば鐵材を使ふ必要はないと言つて居る、此四つが反對する點かと思つて居ります、それから賛成者の説を集めて見

ますと第一の缺點はあいと云ひ第二のクラックと云ふことに付ては完全に造れば一向心配する必要はあいと斷言して居る、此等は何か據る處があつて斷言するかと云ふと、私の聽いた範圍内では、餘り據る處はあいやうで唯信ずると云ふだけのやうであります、それから第三の勘定の正確でないこと云ふことは、テスト、ロードの成績から見ても從來の勘定にて危険であると云ふ心配は要らぬと言て居る様であります、第四のアーチのことは割安にあらぬと云ふことは一般に認めて居る様であります、けれども經濟にもからぬ代りに餘り不經濟にもからぬから少くとも鐵を使つて置いた方が宜いこと、ごまでも鐵材を使ふ様を理由を附けて居るやうであります、實際の應用の有様はどうなつて居るかと思ますと、亞米利加では鐵道の橋に於ける應用はセントラル、グエストが一番盛んでありまして、イーストはセントラル、グエストに比べるご稍々劣つて居ると思ひます、歐羅巴は獨逸が盛んでありまして、佛蘭西、埃地利がこれに次ぎ、英吉利ではほんの僅で棧橋等を除いては十箇所とはありませぬ、而も極く小さいものであります、是は新線路の延長を色々の事情があつて必しも鐵筋混凝土に於ける信用の如何を計ることは出来ぬと思ひます、鐵道に於ける長いスパンの例は、ボックス、カルパートで二十尺ぐらゐ、シンズル、ピームで六十七尺まであります、アーチは五十九米突、約六十米突のものがありまして之は寧ろ例外であります、が歐米とも百尺内外のアーチは可なり澤山あります、鐵筋混凝土の橋に於ける應用としてちよつと毛色の違つて居りますのは、亞米利加では冷蔵庫から塩水が垂れてそれが爲に下のフローワー、システムが早く腐るのでフローワー、システムだけを鐵筋混凝土で巻いて居る所もあります、又建物は、鐵筋混凝土の一番應用の廣いものでありまして、大きを新らしい建物では何處かに鐵筋混凝土を使つて居るあい建物はあいと言つて宜いかと思ひます、勿論はほんのうはべの話で統計的に調べた結論ではありませぬ、一番大きを建物の例は高さが十六階で全体で二百尺ぐらゐのもので床はスパン五六十尺まであり、家根の方は長くおればトラッスにしてあ

ります、英吉利は一番鐵筋混凝土の應用が少いやうであります、建物に於ける應用として安全と云ふことに付て疑つて居る人は餘りない様であります、唯政府の一部分の人、政府ばかりではありませぬ、一部分の人は危ぶんで居る所もあるやうであります、それが爲め鐵筋混凝土の仕事に付て工合の悪い命令を發したことがあつて一時間問題にあつた事もあります、さうかと思ひます、例へば今度の倫敦の中央郵便局の如き重大な建物に全然之を應用してあります、政府側でも總てが反對して居ると云ふ譯ではないと思ひます、其次に地形に於ける應用であります、是はスラブとして使ふのが一番多いのであります、其他は杭であります、杭は專賣にあつて居りまして種類は澤山あります、打込は水のゼットか或は分銅を使ふのであります、水壓は九十乃至百八十ポンド平方吋分銅の者は普通一噸から二噸ぐらゐの重さのものを、三尺から八尺ぐらゐの高で打込んで居るやうであります、此他に尙沈井にもケインンにも使つて居ります、其次に人道の敷石のことであります、之は兩側にビームを据へて其上にスラブを張つただけで、其下はがらんどにあつて居るものもあります、こんなものは其上を歩くと、大きく申せば瓶の上を歩く様に中空の音がいたします、此の如き構造は場合により非常に費用が省けるのであります、其次にパイプに付て申しますと形は圓形、方形、卵形等で、大きなものは直徑十四尺ぐらゐのものを造つて居ります、それから鐵道のブラットフォームは應用は極く新らしいものゝやうであります、段々此方法を使ふやうであります、亞米利加にもあり大陸でも見ました、電信電話電力のボールの形は三角、四角圓いのが多く八角も六角もあります、是も大變成績が好いさうであります、次に擁壁は高さ三十尺ぐらゐまで用ひて居ります、枕木は非常に種類が澤山ありまして尙續々專賣が出て居ります、まだ試験時代のやうに見受けまして一向調べませぬでしたが、諸方で使つて居るやうであります、殊に伊太利などは木材が少い爲に盛んに使つて居るやうに見受けました、亞米利加のペンシルヴァニア、ニューヨーク、セントラルと云ふやうな大きな會

社でも試験的に使ひ出したやうであります。廣く使ふと云ふ所までには行つて居ないやうであります。トンネルの方は、山のトンネルには使はないやうであります。地下のサブウエーとか山の中でもギャラリーのやうな所では使つて居ます。

終りに臨んで大体に付て申上げます。今日では鐵筋混凝土は段々専門的になつて參りまして、請負も鐵筋混凝土専門の請負の數が日に増し殖えるやうであります。是はセメントの方と密接の關係があるので、セメント會社が極力鐵筋混凝土の効能を説く事に努めて居り、其盡力が鐵筋混凝土の發達に與ふて大に力あるやうに見受けて居ります。仕事は今申上げたやうに専門的の請負が段々増しつゝあるやうであります。それと同時に方法も段々慣れて來ますので、少し經驗のある人は、その素人をつかまへて仕事をやつて居るのも見受けました。兎も角も普通の煉瓦屋石屋に専門の職人があると同様に鐵筋混凝土にも専門の職人を養成することが必要ではないかと思つて居ります。有觸れた詰らぬことであります。是で御免を蒙ります。(拍手)

### 質 疑

○會長古市公威君 只今の柴田君の御演説に就て御質疑爲されんとする御方は是れより御質疑を願ひます。○石橋絢彦君 ちよつと御尋ねします。唯今運れて參つたので何はふかつたのであります。亞米利加あたりで使つて居りませぬ鐵筋混凝土に使ふセメントの強さはどの位のものを使ひますか。

○柴田畦作君 亞米利加の方のは斯う云ふ規定にあつて居ります。濕つた空氣中に一日間のものは百五十乃至二百バウンド(平方呎)其上水中に六日間は四百五十乃至五百五十、二十七日間が五百五十乃至六百五十ぐらゐ、水の温度は華氏七十度位です。

○石橋絢彦君 他の國のも御調べでございましたらボールドへ書いて頂きます。

○柴田畦作君 今此處に持合せて居りますのは亞米利加のと、英吉利のと、それと佛蘭西のもの、獨逸のもの、埃

明治四十四年四月

## 工 學 會 誌

第三三九卷

地利のものだけが、皆な申上げませうか

○石橋殉彦君 若し何でございましてら會誌に出して頂きます

○柴田畦作君 それは圖に依て區々になつて居ります、是は少し長くなるやうでありますから會誌の方に出席せう

○石橋殉彦君 會誌に詳しく願ひたい

○辰野金吾君 ちよつと御尋ねしたうございしますが、今夕は非常な利益を得ました、日本でも大分鐵筋混凝土が行はれるやうになつて來ました、それで講演中にもありましたが、鐵筋混凝土にクラックが起ると云ふことがございします、クラックが起らぬやうにするには如何にしたら宜いか、今まで淺い日本の經驗では何處でもクラックが起つて居ります、さうして試験の結果に依ると、クラックの起つた所から必ず水が入つて其部分が腐るやうに試験が證明して居ります

○柴田畦作君 御實驗におつたことがあります、そうですネ

○辰野金吾君 私もやつて居りますが、クラックを防ぐと云ふことに付て何か御覽におつたことがありますか

○柴田畦作君 私が見ましたのは、例へて申しますと亞米利加のシカゴ、バリーントン、エンド、グインシー鐵道では随分盛んに使つて居ります、私が參りました時に丁度幸ひ一年間のインスペクションのトリップをやつて居る最中でありましたから一緒に旅行して途中にある多數の鐵筋混凝土工を一々降りて見物いたしました、其時分にはクラックの入つて居るものはちつともありません、スパンは普通のビームで十四尺から十六尺止まりであります、それで前にはクラックが入るのは仕様がございません、云ふことになつて居りましたが、今日では相當の寸法にすれば入らないと云ふことになつて居ります、尤も舊魯西のそれに對する規定と、地利的規定とを比較して勘定して見るに、此間が倍以上遠ふ場合があります

○辰野金吾君 私は鐵筋混凝土は極く好きな方なんです、同時に非常に危んで居るのです

○柴田畦作君 御造りにおつた、練り方は固練りでございしますか

○辰野金吾君 固練りはどうしてもいかに、軟くして搗かずに行渡るやうにしなければいかぬ、それは一、二、五

と云ふのを一度やつて見ましたがいかぬやうです、一、二、半、五と云ふのをやつて見ましたがそれは宜しいやうです、一、二、四も随分宜しいかと思ひますが、一、半、三位でも宜からうと思ひます、是はまだ用ゐたことはありませぬが、一、二、四と云ふのも先刻の御話のやうに宜からうと思ひます、さうして固く練るとどうも工合が悪い

○柴田畦作君 クラツクの程度は………  
 ○辰野金吾君 クラツクはヒヤ―を立てました壁の取附く所、其間が付きます、中から割れた所もあります、殆んどクラツクがバーチカルです、それで斯う云ふこともやつて見ました、柱の方に溝を掘つて壁を落し込んだ其結果はまだ見えずに居りますが、これは割れないにしても具合が悪い、コンネクションがないから、柱と壁と別々になつて居りますから面白くない、割れるのを避ける爲にさう云ふこともやつて見ましたが、實際は斯うはやりたくないので

○柴田畦作君 表面のクラツクは見ましたが、是は混凝土が出来上つたのを濡しが足りないのです、一週間ぐらゐほのべつに濡して居なければならぬ、それを怠つたのにクラツクの入つたのがあるやうです

○辰野金吾君 濡すのも壁の方は濡れものを掛けて置く位で、一週間ほどで外して仕舞ふ中々十分に濡す云ふことは出来ませぬ

○柴田畦作君 是は向ふでも困つて居るやうであります、床である。と砂等を濡して載せて乾きの來ないやうにしたり何かして居るやうでありますけれども、建物の壁の方には甚だ困つて居るやうであります

○曾福達藏君 人が住ふ家、倉庫でないカフホスにしても、レンヂェンスにしても、其外側の鐵筋混凝土のウォールの厚さは、一番少いのはどの位でありますか

○柴田畦作君 先刻申上げたやうにデザインの方は十人十色にふつて居りますが先づ四時から六時ぐらゐであります

○曾福達藏君 四時から六時の間と思つて宜しうございませぬか

○柴田畦作君 其位の見當かと思つて居ります、實際は住家は張附をしないさ云ふのは少ないやうであります、さうしないさ外の体裁がうまくいかないのさ色が淋しいやうにあります

○曾福達藏君 それからフォームですが、あの厚さは日本では例が少いございすが外國ではどの位の厚さ



鐵筋混凝土に就て

ですか

○柴田畦作君　それはサツポートやスナップの附具合次第であります。私が見ましたのでは牛時以下のは殆ど見ませぬやうであります。

○曹藤達藏君　牛時が一番薄いので、それより以下はないのであります。

○柴田畦作君　其位に思つて居ります。型の方は金がかかりますので購買の方ではどうしたら型が安く出来るかと云ふことに苦心して居ります。

○古川阪次郎君　枕木と云ふ御話でありましたが、鐵道の枕木に使つて居るのを御覧になりましたか。

○柴田畦作君　見るだけは見ました。

○古川阪次郎君　レールをタンピングする度は……………

○柴田畦作君　それは見ただけで研究はしませぬ。

○古川阪次郎君　壊れはしませぬか。

○柴田畦作君　鶏嘴の尖が當つたら壊れるかも知れませぬ。

○古市公威君　形は何です。

○柴田畦作君　形は種々様々で上がこけたり、下がこけたり色々になつて居ります。三角のこともあります。種類は三四十位あるやうです。

○古川阪次郎君　どうですか其結果は……………

○柴田畦作君　枕木は一向研究しませぬので分りませぬが、伊太利では一時に百哩位使つたと云ふ話は聞きませんでした。旅行中にも伊太利の鐵道構内には澤山積んでありました。早晚使ふのだからと思つて居ります。

○古川阪次郎君　重いでせう。

○柴田畦作君　運搬は問題です。

○石橋駒彦君　唯今の御話に框には苦心して居るや云ふことですが、鐵筋混凝土は框の代が高くあるので閉口して居るのですが、亞米利加、歐羅巴でうまい方法を講究して居る所がありますれば伺ひたい。

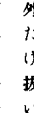
○柴田畦作君　別に特殊のものは見ませぬ。

○石橋殉彦君 鐵さか何さかであうまい品物はありませぬか  
 ○柴田哇作君 取扱ふ品物が色々にあつて居りますから型を一定すると云ふことは困難かも知れませぬ  
 ○石橋殉彦君 あふたが御覧にあつたのは木が多うございませぬか  
 ○柴田哇作君 喰んど全部木材でございませぬ、唯鐵を使ふのは中を混泥土にして表をトロにします、さう云ふ場合に圓を描きて示し鐵の板を此處へ入れてさうして一方には混泥土を置き一方にはトロを置く、さうして此鐵板を抜いて仕舞ふ、さうすると此境目はまだ軟かいから兩方から密着して仕舞ふ、斯う云ふやうにして居るのもあります

○古市公威君 外に框があつて、それを仕切るだけですか

○柴田哇作君 さうです、是が一番結果が好いさうです

○石橋殉彦君 内の框と外の框を結附ける爲に鐵の棒を通して、それは埋込切りにして居りますか

○柴田哇作君 是も段々聞いて見ましたが、を描いて示し、ホルトを初めから斯う云ふ風に振子で附けて置きます、さうして外だけ抜いて中の部分は殘して置くのもありますし、力まかせに打抜いて居るのも見ました  
 ○石橋殉彦君 どれが一番好いと云ふやうふことは………

○柴田哇作君 其邊は一向知りませぬ

○辰野金吾君 それに付て御參考までに申し上げます、私は竹の管を入れた、さうすると直ぐ抜ける、若し乾いたならば竹を割つて抜く、是はさうも工合が宜うございませぬ

○日下部辨二郎君 先刻の講演中に鐵筋混泥土のウオーター、プルーフと云ふ御話がありましたが、あれはどう云ふ働きにふるるのでせう

○柴田哇作君 鐵筋の爲めと云ふ譯ではないかも知れませぬ、タンクふどにも使つて居ります

○日下部辨二郎君 プロソックはリエンフォースマメントする場所です

○柴田哇作君 現場ではありませぬ

○日下部辨二郎君 結果は宜うございませぬか

○柴田哇作君 使つて居るのは諸方で見ましたが結果はどうであるかと云ふことは知りませぬ

鐵筋混凝土に就て

- 日下部辨二郎君 日本でも使つて見て呉れと云つて持つて來たものがありますけれどもまだ使つて見ませぬ……
- 柴田畦作君 プロックにすれば鐵筋は効能が薄くならうと思ひます
- 日下部辨二郎君 塲所に依て急いでやらなければならぬ場合にはプロックを持つて行つた方が早いだらうと思ひますがプロック其物が真いか悪いか知らないので、外國に例がありはしないかと思つて伺つたのであります
- 古市公威君 鐵筋でなくとも、ペトンでも出來る譯ですれ
- 日下部辨二郎君 さうです
- 古市公威君 先刻の鐵板を入れて拔取つて仕舞ふと云ふのは、さうすると外側に段々が付きませう
- 柴田畦作君 附きます、鐵筋混凝土の外觀上の事は建築學の注文では如何でございますか
- 辰野金吾君 それは差支ないと思ひます
- 柴田畦作君 向でも如何にしたら見場がよくなるかと云ふことは頻りに苦心して研究して居る人があるやうです
- 石橋陶彦君 もう一つ伺ひたいですが、歐羅巴にはヘネビツク、システム、カーン、システム等色々のシステムがある、それで同じやうなビームを拵へて、試験して、どのシステムが一番強かつたかと云ふ比較をしたものがありますか
- 柴田畦作君 少しはあります
- 石橋陶彦君 例へばシヤツチアールとかシヨンソソとか、カーンとかヘネビツクとか斯う云ふやうなものに付て實驗したの、はございませぬか
- 柴田畦作君 少しはあります、何處ではどうと云ふ委しいことは覚えて居りませぬ
- 石橋陶彦君 同じビームに付ての試験がありますか
- 柴田畦作君 あります
- 石橋陶彦君 若し試験の結果をお持ちでございませすれば會誌に載せて頂きたい

○柴田畦作君 宜しうございます

○石橋鞠彦君 日本にも色々なシステムが来て居りますが、どれが真いのやら分らない

○柴田畦作君 それは大問題です

○石橋鞠彦君 併し私の思ふのには、是は是は、どうしてもコンネクションがなければ不都合だらう、所が一番よくコンネクションが出来て居るのはカーンシムテムで、ヘビツクの方はコンネクションがなからうと思ふ、是は唯私の想像だけであり、金が繋がって居る所を見るとカーンの方が結果が良くはあるまいかと思ひます、併しそれは試験せぬ以上には何とも言へませぬ

○柴田畦作君 其試験が先刻申上げたやうに、砂が違つたり砂利が違つたりして違つた人の試験の比較が出来ないので困るのであります

○古市公威君 先刻の曾彌君の御尋は、私も聞いたことだが、神戸で倉を拵へたが、四時位では夏非常にあついと云ふのです

○曾彌達藏君 神戸で聞いた所に依ると四時位では夏は中々あつい……………

○柴田畦作君 それはどう云ふ關係ですか倫敦の試験とは餘り違ふやうです

○南部常次郎君 鐵筋に使用のロッドはどの位にあつて居りますか

○柴田畦作君 それは勘定によつてきまるのでありますが、小さきは半吋、太いのは二吋内外であります、一般に太いのを少く用ゆるよりも出来得る限りは小さいのを澤山用ゆる事になつて居ります、それはアドヒートジョンを増したり、ホモジニアスに近いものを作る爲めであり、

○近藤虎五郎君 私は遅くふりまして拜聴いたしました、平常の温度で熱した時に中の混泥土の爲に間に電氣の作用が起つて永久の建物には使へないと思ふと云ふと何かで見ましたが、さう云ふことがございませうか

○柴田畦作君 さう云ふことは一向聞きませぬでした

○近藤虎五郎君 もう一つ裝飾の御話があつたやうですが、高いモニュメント若くは、あららでは大概蓋て居りませんが立派な墓碑にそれを應用することが出来ませうか

○柴田畦作君 用ひた例は知りませぬ、淺野さん、電氣のことは如何ですか

鐵筋混凝土に就て

- 淺野應輔君 違つた金屬が二つ中にあれば兎も角も、一つでは大概の場合電氣は起きないのです
- 南部常次郎君 もう一つ伺ひます、混凝土をやつて天日に曝されて早く乾くのを防ぐ爲に、莖を用ゐるゝ混凝土のセツチンケに害をするやうなことはございませぬか
- 柴田睦作君 莖を使ったこと云ふ例がございませぬから分りませぬか……………
- 南部常次郎君 私のやつた實例では大分それが害を爲したやうに考へられます、それは莖を被せて置いて水が溜つた莖と水との關係でありますか、尤もこれは酒莖と葉ふのを使ったのですか、水が充分に拔出さぬのでございませぬ、それで連日雨が降つたもんだから下に水が溜り、と水が落ちる、其落ちた水が混凝土の表面に斑點を拵へて、其斑點の出來た所は、どうも固まり方が悪かつたこと云ふことに合つたのでございませぬ
- 柴田睦作君 それは純粹の水でよいものが、混凝土の軟い中に染込めば、セツチンケは遅くゐることがあります
- 南部常次郎君 實は藁を切つて、水を注ぎ沸煮しコンデンスしたものに割合を定め水を注加しセメントに混ぜて見ましたが、多少セツチンケに影響するやうに考へられます
- 柴田睦作君 水のことは混りのふいやうにさやかましく取締つて居るやうであります
- 丸山莠三君 ちよつと私が考へますのに、金屬が一様でも溶液のコンセンツレーションが違へばさう云ふことがあるかも知れませぬ、解き方が濃いと薄いと云ふやうな場合には腐蝕するやうなことは想像せられませぬか……………
- 柴田睦作君 コンセントレーションがユニフォームに行つて居る、い事だけはあると思ひます
- 原田貞介君 セツチンケをやつた後でもさう云ふ場合が起り得るものでございませぬか
- 柴田睦作君 いかがですか
- 原田貞介君 今一つ伺ひたいのは、只今の御話に依りますと計算の基礎が薄弱であると云ふことであります、但、從來の用ゐる方を變更すると云ふやうな方法の研究を進めて行くこと云ふやうなことは御巡回中に取り上げたもので、又計算の薄弱であること云ふ點に於て何か施工の方で大きなものにするとか小さいものにするとか云ふ方法の御考へがあれば伺ひたい

○柴田畦作君 實驗は諸方で絶えずやつて居るやうであります、唯今日の計算法以上のことは近き、將來に於ては出來ないと思ひます、數學がもう少し發達しない以上は大したことは出來ない、多少は出來るかも知れませぬが根本的の改良は到底出來ないかと思つて居ります

○中島銳治君 先ほどの御話に水道のタンクの混凝土の割合は一、二、四ぐらいで漏らぬと云ふやうに承知いたしました、が、京都の水道はメカニカル、フィルターを拵へて、厚さはよく覺えて居りませぬが五六寸と思つて居ります、それで初めは水が漏つて困つた、故に更にアラムやシヤゴンやさう云ふものを混せて混凝土を拵へて今のメカニカルフィルターのタンクを拵へて、それで漏らなくなつたと云ふことを聞きました、が先ほどの御話の向ふで漏らぬと云ふのは、幾らか厚い爲に漏らぬのか、五六寸ぐらゐのもので、漏らぬのかちよつと伺ひます

○柴田畦作君 私の見ましたのでは六寸ぐらゐの厚さであります、ヘッドは十五六尺、京都のはどの位……

○中嶋銳治君 それ程よい位であります

○柴田畦作君 造つたものも現在造りつゝあるのも見ましたが混凝土の儘で使つて居りました

○美野田琢磨君 混凝土のハイ、プレツシュア、パイプを用ゐて居りますか

○柴田畦作君 例はあります

○美野田琢磨君 ヘッドはどの位まで……

○柴田畦作君 極限はよく知りませぬ

○會長古市公威君 最早御質問は無い様でありますから茲に通常會を閉めますが其前に柴田君に對し諸君に代つて御禮を申すのが相當であらうと思ひます此鐵筋混凝土は其起原に溯れば古い事で御座いませうが今日の如くに其應用の擴まつたのは誠に近いことであつて又今夕は今日迄の講演には珍らしい位に御質問が澤山出ましたのを見て問題の新しいこと又有益なることが分りますが其れを秩序的に各方面に涉つて御調べにふつて今夕御講演下さつた柴田君の勞に對しては深く感謝しおければならぬと存じますから諸君に代つて同君に御禮を申します(拍手)