

論 說 報 告

土木學會誌 第十卷第二號 大正十三年四月

耐震家屋構造の撰擇に就て

會員 工學博士 眞 島 健 三 郎

内 容 梗 概

耐震家屋構造として鐵筋コンクリート及び壁體を主とする構造の不安を述べ鐵骨架構で壁體を從とする柔性建築を推奨し併せて其計畫條件を提案いたしまして廣く會員各位の御意見を伺ふのであります。

昨秋の大震で如何なる家屋構造が最も耐震的であつたか又將來家屋構造は如何なるものを撰ぶべきかと云ふ問題に就ては災後多くの専門家の意見として種々な機關を通じて表はれた所を見ると一番評判の好いのは鐵筋コンクリート構造であります。氣の早い連中は是れならば耐震耐火で家屋構造問題は解決したと云ふ様に深く信賴して居らるゝ方も少くない様に見受けられます。然るに私は自分の相當永い苦い經驗から此の構造については豫てから少からぬ不安を抱いて居りましたが今度の大震で一層其感を深ふしたものであります。好んで異を立て斯界の趣向に逆行する者は毛頭ないのですが災害の結果に顧みますと問題が可なり重大で將來の國運に關する所も少からぬ様に考へられますので、更に専門家の精査審究を仰がざれば安心が出来ぬのであります。次に些か自分の不安と思ふ要點について鄙見を陳べ篤と各位の御意見を伺いたいと思ふのであります。

第一 は鐵筋コンクリートの耐久性であります。是れは從來議論のある所で専門家は已に已に相當考へて居らるゝ事ではありますが兎角信ずるの餘り稍軽く見て居りはせぬかと思はれます。特に最近耐震耐火を高唱するものは多いのであります。耐久性につきては既定の事實であるかの如く一向御話を聞きません。申す迄もなく如何に耐震耐火であつても10年や20年で甚しく其能力を滅殺さるゝの恐のあるものは險呑と云はなければなりません。私の約20年間の經驗から見ますと耐久の問題は案外輕視の出来ない事柄と思はれます。私も最初は鐵筋コンクリート信仰家で機會あるごとくやつて見たのであります。施工についても外國でやつて

居るよりは凡ての點に注意したつもりであります、仕事は一切熟練した職工を直接使つてやつたので出來た所を見ても今日我々が市中至る所で見るとは數等上でこれならば耐久の上からも大丈夫だろうと思つて安心して居たのであります、然るに5年10年15年と經つて行く所を見て居りますと段々悪くなる、最初麗滑であつた表面も漸次粗雜となり、小龜裂も殖へる目にかゝらなかつた泥漿の挟みや砂利の偏在が際立つて目につく様になるのみならず柱や梁の隅に在る鐵筋は鏽で膨れる被覆コンクリートの表面には細長い割れが出る、雨露や大氣は益々接觸しやすくなる、而かも濕氣は狭少な場所が好適であるから容易に乾燥せぬ終には被覆は所々剝落すると云ふ風で内部の鐵筋は恰も松皮に包まれた様になります、自然の力の偉大なるは今更ながら驚かざるを得ないのであります、已に10年15年經つたもので致命的の傷手を負つて居るものも少くありません、勿論氣候や場所にも依りますが外形にも因る様に見受けられます、角形のもの一番早く悪くなりますが丸形のは遅い様です、室内は今以て完全と云ふてよからうと思はれます、又外部でも完全の例外も見受けませんが通じて樂觀は出來ません、夫れで考へて見ますと厚くて僅か1,2寸の被覆コンクリートで凡ての鐵筋を完全に外部の作用から永久に絶縁し得ると考へるのが抑も餘りに鐵筋コンクリートに好意を表し過ぎた考の様に思はしむるのです、元來コンクリートの性質から見ても是が如何に完全に出來たと思ふても鐵筋の被覆として始めから無理な力を負ふて背負ひ切れぬ部分もありませぬし、砂利や砂やセメントの理想通り混つて居ない箇所や、氣泡や、泥漿を包藏する弱點の多いのも誰れも否定することは出來ないのでありますから、寧ろ當初から1寸や2寸の被覆を通じて外界に達する抜道は幾條もあるものと心得てかゝるのが至當であらうと思はれるのであります、又出來上つてから永年雨や雪や焼つく様な日光に曝されたり、時には壓搾空氣の様な強い力で毒ガスを吹込まれるのでありますからこれ等自然不斷の理化學的攻撃に對して僅かの被覆を金城鐵壁と心得へるのは少々虫が好過ぎた話で延びたり縮んだりする内には隙や穴は段々大きくなり干割の益々殖へるのは當然でこれを防禦する爲や化粧を兼ねてペンキやモルターを塗つたり薄い小さいタイルを集めて張付けたりするのが一般の方法の様ですが、こんな方法は多少の効果はありませぬが元來は化粧で鐵筋の保護としては信頼の出來るものでないことは鐵筋コンクリートの陸屋根で専門家は充分經驗した所と思はれます、陸屋根のコンクリート

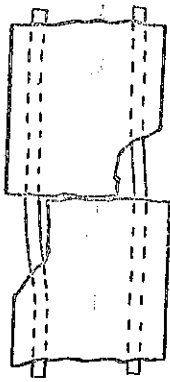
は柱や壁から見ると施工も樂で配合の不同箇所も直ぐ判りますから理想に近い仕事も出来る筈ですが夫れであつて何等の壓力もない雨漏りさへも止めることは出来ないのであります随つて窮策ではあるがフェルトの2,3枚もビチユメンで張付け、尙其上をタイルや小砂利を覆ひやつと間に合はして居る有様であるのを見ると、外側のタイルやモルターが大して役立つとは思はれんのであります、殊に塗付モルターは日が経つと膨れたり割れたり外氣は内部に相當自由に通つて居るのは明かでありませすタイルも亦より以上の效力があろうとは思はれません、上述の様に家屋の生命を託する大切な外側の柱や梁の主筋に銹が喰入つてコンクリートの抱合協力に弛みが生じたり被覆がとれて筋が裸になつた箇所が出来たとすると最早鐵筋コンクリートとしての吾等の期待する能力はないものであろうと思はれます、私の屢々鐵筋コンクリート萬能論者から聞かざるゝ所は鐵筋も銹びるだろうが鐵骨も均しく銹びる、鐵筋コンクリートの頼むに足らずとすれば鐵骨構造又頼むに足らずと云ふ事ではありますがこれは少々見當違ひの議論と思はれます、元來鐵骨構造は鐵骨單獨で豫定された荷を擔得て尙餘りある如く計畫するゝものであつてこれが少々銹びた所で致命的程度に達するには仲々餘裕があるのですが鐵筋コンクリート構造では假令ひ鐵材としての力に變りがなくとも、被覆コンクリート損傷が出来て筋と被覆の抱合協力を失へば致命的負傷と云ふの外ないのであります、茲に兩者に大なる相違があろうと思はれます、詰まり鐵筋コンクリートの其本來の主旨から筋とコンクリート兩者の特長を互に利用し得て始めて有力なものとなるのであるからこれ等が別々に働いたとて何程の力もないことは誰れにも異論のない所と思はれます、夫れで致命的時期に達するのは私の見る所では案外早い様に考へられますこれは一は我國が島國で雨量も多く風も強く寒暖の變化も甚しいからであらうと思はれますが若しこれが滿洲あたりの様な所であれば、ずつと成績もよからうと思はれます私の經驗は多く海岸近い所で潮風も強く煤煙も多いので或は一層ひどかつたのかも知れませんが20年近い今日の結果は悲觀せざるを得ないのであります、しかしこれから復興建築をやろうと云ふ東京も横濱も場所としてはひどい差があらうとは思はれません、今日耐震耐火と思ふて建てる此種の構造が數年の後ならば兎も角も、20年30年先の大地震に耐へ得るだろうかと云ふ自信は私には甚だ乏しいのであつて卒直に云へば危險率が可なり多からうと憂ふるのであります僅か5年10年しか経たない、又多く箱見た様な耐震の上か

ら都合のよかつたとは思れるものゝ多かつた今日の鐵筋コンクリートが震害の結果、比較的よかつたと云ふので今後これに限ると斷ずるのは如何であらうと考へられます、被覆の幾分なりと弛んだ鐵筋コンクリートが先般の様な地震に振られたら結果はどうであらうか、思ふだに戰慄せざるを得ないのであります。

第二 鐵筋コンクリートが我等の理想通り完全無缺に出來たと假定するも其組合せの特性から考へると安心ならぬものがあります、御承知の通り鐵筋コンクリートは一般石材の様に可なり固いが又脆い所のある、コンクリートが主體であつて、夫自身では細長いものや薄ぺらなものに割れ安く荷を負ふ力はないと云ふてもよいのであります、これに鐵筋を埋込んで脆い割れ安い不得意な方面を分擔して貫ひ兩者力を協はせ外敵に當らうと云ふ仕組であるが茲に見逃すことの出來ぬのは被覆コンクリートは全然其不得手な方面から手を引くのではないので、自體の引き切れるのは覺悟の上で筋に確り抱付て居らねばならぬ重い役をも務めるのであります、故に鐵筋の能力を経済的に最も有効に働かそうとするには勢ひ被覆は斷れるか或は甚しく負傷するのは止むを得ぬものとして夫れで差支ないものでなければなりません、勿論これについてはコンシデレー以來都合の好い理屈がついて幾分そうかと思ふ節もありますが爾來續々其反證もありまして今日に於ては、假令斯の如き裂罅は免かれずとするも害はないものだと勝手に理屈をつけて安心して居るのであります、實際常に一方のみから荷のかゝる桁等は其耐伸方面に少しの割れが出たとて桁の負擔力の上から見て大した差支があらうとは思はれませんけれどもこれが、又反對の方から屢々ひどい荷を受けなければならぬ様な場合は考へものと思はれます、何となれば已に無理な延び様をして背負切れず切れたり或は切れんとして大に其組織を害したものが再び得意な方面に廻つても本來の能力を出し得るとは如何に好意を表して考ふるもなし得ざることゝ思ひます、適々試験的成績で都合の好い例があつたところで夫れは異例として扱ふべきで重要工事に適用すべきものであるまいと思はれるのであります、殊に地震動に於て急激に斯の如き力が反覆加はる柱や梁を経済的範圍に於てやらうとするには耐伸部の被覆は切れるものと見てかゝるのが計畫上穩當であらうと切に感ずるのであります、若し柱や梁や又其接續部に割れが出たとすればこれが再び壓される場合脆い被覆が壓出されたり剝がれたりし易くなるのは申す迄もないことであるが、更に又鐵筋が内部から大きに之れを手傳ふ様になると考へられます、夫れは

地震動に於ける強大なる剪力ですが、これは主として柱断面のコンクリートで引受くべきもので、筋は其能力を出さうとしてもこれに接觸しこれを支ふる被覆が脆くて弱いから充分出し得ないのであります。随てその分擔量も被覆と大差なきものと見てよかろうと思ふのです。然るに上述の様にコンクリート被覆が損したり切れたとすれば剪力は筋に集まり主筋の負擔量は益々重大となる譯で今日一般に見る横筋位では追付かず筋は内部から被覆を外方に向け押し割る様に働く筈です、其力は地震動に於ては容易ならぬものと思はれます。私の見た眞に美事な實

第一圖



例は家屋全體としては頗る輕微な被害で上々の部類でありましたが、或大きな柱に泥漿の薄層がありまして、柱は其處で少々喰違ひ左圖の様になつたのを見ましたこれは畢竟被覆の耐剪力が足りなくて筋が背負ふた爲被覆を破つたに相違ないのであります。斯様に耐伸耐壓の方から見ても耐剪の方から考ふるも、輕視すべからざる弱點を持つて居るのでありますから、先般の地震で柱や梁や其取付け部分に於てひどくやられたのは如何に鐵筋コンクリート萬能論者でも否定の出來ない事實と思ひます。随つて架構式には一般に反對の聲が多い様ですが當然であります然るに幸に鐵

筋壁のついたものは多く難を免かれたのでこれなら大丈夫だろこれに限ぎると云ふ人が多いのであります。成程これは尤の次第ですが更に又大に考へねばならぬ事は已に架構式が駄目で壁の力を借りて始めて存在し得る様ならば鐵筋コンクリートの特長は大部分失ふ譯で何を苦しんで柱や梁をこれでやらなければならないか、もつと適材があるのでなかろうかと思ひます。壁は主として外側にあるので、面積も廣く薄べらで自然力の攻撃を最も多く受けるのですから、前節の理由で20年30年の歳月を経ず其大小幾多の龜裂が出るだろうし、鐵筋の一部が錆びたりコンクリートが膨れて剥げたりするのは、先免かれぬものと考へねばなりませんから、當初の能力を大に損するは推定に難くないのであります。これを唯一の頼みとするのは煉瓦壁を頼むよりは、或は將來一層の危険を伴ふことになりはせぬかと案じられるのであります。今日多くの方は煉瓦造頼むべからずと申しますが夫れは多く壁が煉瓦で床や屋根が木造であつたからで、若し床や屋根が鐵筋コンクリートであつたら大差なかつたろうと思はれます。現に司法省や海軍省

や馬場先の煉瓦造は多く床を鐵筋コンクリート詰めとしたものが多いのでありますが格別の被害はなかつたのであります、又芝の專賣局工場は地盤の悪い所で軒高70尺もある煉瓦造4階建ですが床が木造でありましたが可なり丈夫であつたのと形のよかつたのでありませう、震害と云ふ程のものを見受けんのであります、若し煉瓦造壁に一層の粘靱性を與へる工夫をしたら耐久耐火性には富んでをり施工は容易で完全を期することも難事ではないので恐らく鐵筋コンクリート壁に劣らぬものであらうと思はれます、詰まり耐震の見地から柱梁頼むべからずとすれば壁に依るの外ないのであります、家屋構成上から考へて壁が横力に對し優良なる負擔力を有して居るのも異論のない所でありますから、若し壁を鐵筋コンクリートでやるならば寧ろ内部を勉めて柔架構とし横力は全部壁で負擔せしむるとしたら面倒なる計算を省くことも出來、一面壁厚を幾分増しますから耐久の上からも有利であらうと思はれますが、結局この方法は壁體を主とする剛性建築の昔に還へるもので、煉瓦の代りに鐵筋コンクリートになつた迄で耐横力構造としては結構ですが耐震上から見ると必ずしもそうでないと思はれます、それは別項で述べますが少くも鐵筋コンクリート架構は被覆が脆弱でありますから假令内部に鐵筋がありましても、表面の損傷を避くることは難事であります、これを連續して現今の様な殆ど鐵骨と變りない極端な使ひ方は耐震上から見て頗る危険と云ふの外ないのであります。

第三 基礎の問題ですがこれ又重要な問題であつて甚だ見當のつかぬものであります、今回の震害を見ましてもこれが大なる因をなしたと考ふる人は多いのであります、凡そ地震動ではひどい偏荷重が反覆かゝりますから、其關係は重大ですが大體から見ると木造や鐵骨構造は少々一部が下がつても致命的な害は少なからうと思はれますが、剛性脆弱なる重い煉瓦造や鐵筋コンクリート造では大害があるのは誰れも異議ない所と思ひます、ひどい偏荷重の爲吾々の構成した基礎が一分一厘も下がりぬと思ふのは大きな考違ひで多少不同沈下のあるは止むを得んとして豫めこれに適應する上部構造を撰ぶのが賢明なやり方で耐震上から見て最も大切な條件だらうと思はれるのであります東京の下町の様な地盤の軟弱な所では勿論ですが震災後の山の手方面を一巡しましても弱そうに見へる木造家屋は多く無事であつたが一見小型で丈夫で轉がしてもびくともしそくない煉瓦造や鐵筋コンクリート造が割合やられたのは主として基礎を樂觀し過ぎたのであらうと思

はれます煉瓦造や鐵筋コンクリート造は基礎の沈下に對し敏感であります但し少々の沈下で内部の鐵筋に大きな影響があるとは思はれませんがしかし脆い被覆には直に無理が響びき、割れたり剝がれたり、故障の起り安すいのは止むを得ません、殊に建坪の大きい高いものは危険の程度も其機會も多いのですからより多くの金も手もかかるのは當り前ですが地盤の悪い下町方面では少々の不利でありますまい更に又基礎構造の程度判断は豊富な經驗と明敏な頭を持つた大家でも頗る難題で愚に大事を取れば益々大金を浪費することになり、軽く見れば失敗がないと限らず、多くの場合吾々は石橋をたたくのが通弊ですが夫れでも今回の様な地震に遭つて見ると弱はかつたと思ふものが随分多かつたのであります今後この見込違は剛性建築の殖へる丈、益々多かろうと思はれます、夫れで技術的見地から云ふも亦一般政策から考へても大金をかけて容易に安心の出来ないものに骨を折るよりは少々下がつても害の少ない又修補の可能性多い上部構造を一般家屋として奨励すべきであらうと考へるのであります。

第四 施工難ですが鐵筋コンクリートが如何に耐久耐震耐火であつてもこれを何處を調べても當初計畫の前提條件通り實現せんとするのは他の構造法と比較して至難と云はなければなりません、しかも他の構造法より以上にこれが實現を必要とする理由のあるのも御承知の通りであります如何に氣を付けてやつても填充混凝土が理想通り行き兼ねるのは第一項にも一寸述べましたが實際柱の如き狭い深い箱の中で幾本ともなく混雜して居る鐵筋を潜らして萬偏なくコンクリートを詰めようと云ふには随分氣を付けても砂利は沈んだり片寄つたりモルターは浮くセメントは流れる砂許りの所も出来る泥漿の層も出来る氣泡水泡も含まれる輕鬆で干割れ安い所も現はれる、筋の周圍に喰付かぬ所もあり、とても計畫者の豫定する様な耐力等はあるそふも無いと思はれる箇所が多いのは日常吾等の實見する所であります、馴れた職人が最善の注意を拂つても是等の缺點が何處にもない是誰れが保證が出来ませう、然るにこれが壁や床の局部位ならまだよいのですが柱や梁にも可なり多く見受けるのですから安心がならんのです、計畫者は豫めこれ等を考慮に置くべきであると思ひます、況や責任感の薄い請負人や訓練のない人夫が譯もなく片付けるのですから、理想に近いものが出来れば不思議である、殊に近來亞米利加流の拙速主義が大持てですから少々監督員が骨折つても追付きません、技術家も多くこれを怪まん様に見受けられます、心ある小數のものが心配

してもこれが今日の犬勢で病は已に膏盲に入つて居るのですから、根本的改善は容易でありませぬ、更に又災後の人心は荒んで居りますから一層の困難です夫れも特別のもので少々な分量ならば熟練なものを撰んでやらすことも出来ませんがこれを一般的に奨励してやらそうとするには計畫者は相手相當、則ち今日市中一般の施工技術程度を標準として計畫を立つべきで建築規則や教科書や試験所の報告を其儘基礎とする様な譯には行かぬと考へられます自然不經濟な安心ならぬものが多く出来ようと思ひます、要するに木造や鐵骨は材質が均一であり撰譯も自由であり尙且つ多年修練を積んだ大工或は鐵工がやるのですから失敗も少くないのですが鐵筋コンクリートはやらうと思へば素人でもやれるので自然工賃の安い不慣れな手でしかも三種も四種もある素材を使つて均等なものをごしらへ様とするのですから随分無理な話してこれで次の大震に對抗しようとするのは可なり危い計畫と思ひます、少くも出来たものは幾多の弱點を包藏して居るものであると云ふ事は多少共この仕事をやつたものは否定することの出来ない事實であります、私の會て使つた一技術家がこの節請負人になつてやつて居た仕事を或時見ましたが私の目から随分ひどく見へるので、なぜこんな仕事をするのかと尋ねますと彼の答ふるにはこれなら上等でそんな丁寧なことは馬鹿臭くてやれませんこれでも一皮塗つて仕上げれば立派に見へますと云ふのであつて啞然たらざるを得なかつたのであります、成程彼の云ふ所も理屈で今日では大手を振つて通つて居る様に見受ます。

第五 餘り鐵筋コンクリートの惡口許り並べて相濟みませんがこれで復興建築問題を解決しようと思ふにはも一つ豫め考慮を要すると思ふものがあります、夫れは材料供給難と設計難であります、この構造は近來流行して參りまして恰も木造家屋を大工の手で設計する様に教科書の一冊でも讀めば譯もないかの如く市中では扱はれかゝつて居はせぬかと懸念さるゝのです木造家屋ならば多年の經驗もあり大工任せで大した危険はないかも知れませんがこれはそうは行くまいと思ひますセメントの性質や砂利砂の撰擇配合又は是等を合はせる鐵筋コンクリートの特性等と種々な方面から考へると可なり複雑でありまして變化も多く今日尙不明の點も多かろうと思はれます夫れを簡単に耐壓は 500 封度で附着力は 80 封度とすればよいと極めてかゝるのでありますから随分實際と相違する程度が大きかろうと思はれます、是等を充分心得て適當に按配もし且つ構造學に確りした素養ある技術家

が細心の注意で計畫しても地震動を適當に考慮すると甚だ混雜で容易でないと思はれます、假りに斯の如き申分なき大家が少數ありましても復興建築を成るべく是れでやらそうとするには出來ない相談で矢張り今日一般技術家の水準線をも考慮外に置く譯には行かない僅か斗り完全なものが出来ても大部が危いものなら結局吾々は大金をかけて子孫を危地に立たしめることゝなるのでないかと思ひます、況んや今日斯く々々の方法で計畫すれば大丈夫であると云ふ事を適確に説明し得るものは遺憾ながらまだ一人も出ないのであります、勿論一二私案として表はれたものはありますが未だ一般技術界の確認を経たものではないのであります、随つて今後新研究の出ない限りは吾等は適從すべき標準を持たないのでありますから、適正の計畫を立つる事は困難であります、材料の供給も亦一考を要すると思ひますセメント、鐵材は先づよしとするも砂利に至つては頗る供給難で價格も亦法外で恐らく世界中一番高いのでなからうかと思はれます附近の産地は多く利權屋の占むる所で、災後の吾々には甚だ苦痛であります、到底現状では多量の供給が澁滞なく行け様とは思はれません、從來屢々改善案も企圖された様に聞きますが、何時も種々な事情の爲失敗に終はつたそうで甚だ遺憾に堪へません、此際先以て是れが根本的解決を得んには少々の補助位は砂利屋の御奉公になつてしまひ算盤が立たんことになるのでなからうかと思はれます又東京附近には適當な代用品も見付からんようです、砂は御承知の通りな灰の様な粗惡品で適材とは云へないのです。

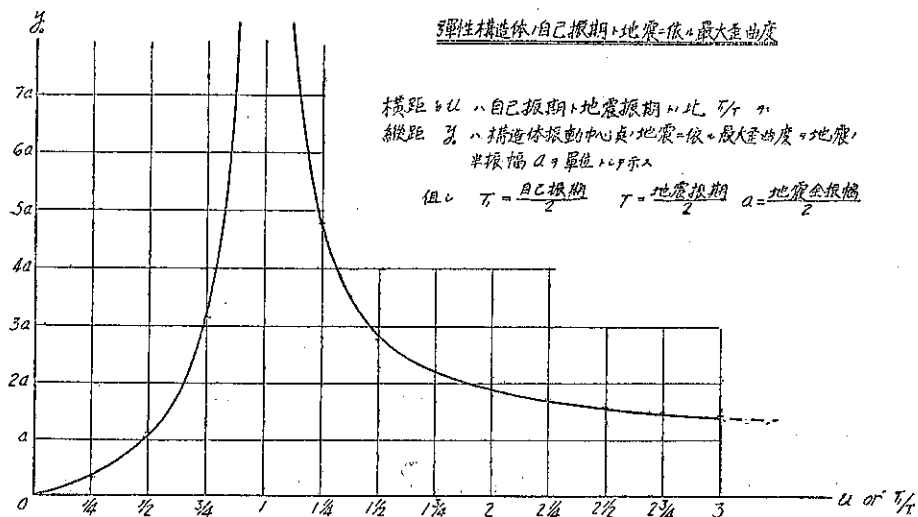
以上は復興に向はんとする一般民衆家屋として鐵筋コンクリート構造を撰ぶに私の躊躇する要點であります、特別の場合にも亦凡ての場合にも反對する譯ではないのであります、勿論用途に依りては適材と思ふて居るのであります。

夫れでは如何なる構造を耐震的として擇ぶべきでありますか是れについて考察して見たいと思ひます、家屋構造として地震に對抗しようとするには凡そ二種類あると考へられます一種は現今の西洋建築の様に主として壁體を剛強にし地震動の正面に立つて腕づくで對抗しようとするものであります、又一種は我が寺院とか塔とか或は壁の弱い鐵骨構造の様に多く架構體で撓みやすく地震動を成るべく避けて通らうとするものであります、前者の自己振期は多く1秒以下でありますが後者は1秒以上であらうと思ひます、夫れで私は便宜上自己振期1秒以下のものを剛性建築又1秒以上のものを柔性建築と呼んで置きまして兩種の利害について

考へて見たいと思ひます。

如何なる建物も夫相當の自己振期を有してないものはないのでありますから之れが地震の振期と一致するか或は之れに接近したら建物は大幅動を起し如何に剛強なものでも耐へられるものでない事は誰も異論のない所と思ひます、私は先に振動時相について一文を草し會誌に寄せて置きましたが草忙の際で補正を要する所もありますが兎も角も其の方法で地震振期を一とし建物自己振期を其の分數若しくは倍數として算出して見ると第二圖の様になります、即ち自己振期が地震振期に近づきますと建物の振幅は2倍3倍となり到底之れに對抗することの出

第 二 圖



来ないのは明であります、大森博士の説に依りますと大地震の振期は凡そ1秒乃至1.5秒と云ふ事ですが、去年の地震は大學の観測でせう今村博士の公表に依りますと1.5秒とあります又大森博士の御研究に依ると地震振期は土地に特有なもので東京市中地盤の卑湿な區域は通じて0.78秒位であらうと云ふ事であり、必ず當てになるものとは思はれませんが大體下町の大地震振期は1秒内外と見てよからうと思はれます、更に大森博士の観測された既設西洋建築の振期を見ますと凡そ0.3秒から1秒位の範圍の様です中には煙突の様なもの2秒以上のものもありますが、要するに現今の建物は剛性建築の部類で其自己振期は大地震の振期に可なり近いもので若し振動の結果少しく剛度を失へば兩者の振期はぶつ

かるのであります、随つて之れを避くる事は先出來ないものと覺悟しなければなるまいと考へられます、そこで今回改正公布されました市街建築物取締規則の震度 0.1 以上と云ふ様な一定の横力のみを元として計畫を致しますと同一強度のものは得らるゝかも知れませんが自己振期は様々のものが出来る筈です随つて震害を受くる程度も多様であらねばならず同一結果を期待する事は出來ないと思ひます、之れは耐震構造の根本條件としては甚だ根據が薄弱の様であります、耐震構造の問題から自己振期と地震振期の關係を除外して考ふる事は出來ない事と思ひます若し剛性建築でやるならば寧ろ大地震の振期を 1 秒位とし建物の振期を 0.5 秒位とし且つ其の震動時相の最も不利なる場合を元とする様な方法が合理的と思はれる振期の差を常に之れ位で維持することが出来るならば剛性建築もよかろうと思はれるが何時一層急激な地震がないと限らず古くなると弛みが出たり又地震動中多少の負傷は免かれぬ所であるから剛度は減ずる振期は延びるものと見なければならぬ、自然地震振期に近づくの不利を免かれぬ且つ又剛強には自ら程度があつて恐らく大地震の振幅の半以上を要する歪曲に對應せしむるのは粘靱性に乏しい壁體では甚だ困難で又基礎構成も容易でないと思はれます、之れを既往に徴しますに印度や支那の感化も少くなかつた我國に於て古來剛性建築として其耐震性を實證し得るものは一物も存在して居ないので、屢々祝融の累を受けた古人もまんざら之れに氣がつかぬ筈はないのです、しかも相變はず木造で輪奐の美を後世に誇らふとしたのは克く々々地震に懲りて居たものと見へます、近く明治時代になりまして安政の記憶もまだ失せぬ折柄吾人は西洋建築を始めたのです、爾來濃尾の大震や明治 27 年の東京地震で相當研究も積み注意もし又構造方法や用材も大に進歩したのでありますから益々剛強になつた筈と思はれますが、昨年の一撃に遇ふて脆くも大敗したのであります、剛性建築は終に我國土に適しないものでなからうか更に之れを一層剛にせんとするのは策の得たるものなるや疑なきを得るのであります、被害の狀況を見ましても凡て壁體にありと云つてよかろうと思ひます、純理の上からも甚だ不安であります今村博士の發表に依りますと昨年の大地震の強度は東京山の手に於て重力の 1 割下町で 2 割 5 分横濱で 3 割から 3 割 5 分鎌倉小田原方面は 4 割位だろうと云ふ事です、幸に東京方面は軽く剛性建築で無難だつたものは可なり多くあつたのですが若し之れが、湘南地方であつたならば殆んど全滅を免かれなかつたろうと思はれます、斯の如き狀況にあ

つた我東京を標準とするにも尙足らざる震度0.1と云ふ如き數を以て絶對耐震家屋が出来よう筈のないのは識者の判斷を待つ迄もない事であつて、次の大震に對し我々の安心を増す程度は極めて微弱であります、是れが爲に大金を拂ふ價値は容易に認めかねるのであります、若し又耐火のみの目的ならば他に一層經濟的方法があろうと思はれます、要するに従來洋風建築が震害の都度局部補強法で満足したと同一筆法であつて只幾分之れを數理化したに過ぎません、實は何處迄行つたらよいのやら霧中をぶらついて居る様なものであります、勿論技術家として誰も之れで安心するものは一人もありません、只今日剛性建築としては此邊が行詰まりで、是れ以上剛度を増すことは種々な理由から實行不可能と見て居らるゝものと察せられます、若し夫れであれば更に今一度我々を驅つて望の薄い試験を強制するもので眞に心細い事であります、寧ろ吾人は簡易に大震毎に改築するの手段を擇び吾人の負擔を輕からしむるが得策と考へられます、文化の都市は必ずしも之れでなければならん何等の理由は見出さないのであります、差當り明案がなければバラックで我慢すべきで何時迄も不安の多い剛性建築則ち壁體建築に執着するの要はないと思ひます、吾々技術家は又此際何とか光明ある方法について工夫を凝すべきであります。

然らば柔性建築如何でありますか之れが果して柔克く剛を制すと云ふ様に甘く行くか問題であります、試に考ふるに波浪に戯弄さるゝ小舟に乗じて我々は剛直に立つことは一瞬も出来ませんが、若し姿態を柔順に保てば轉倒を避けることは左まで難事でないのであります、又緩衝裝置の優良な自働車に乗つた場合とがたがたの圓太郎に乗つた場合とは我々が直接感ずる振動に大差あるのは日常何人も體驗する處であります、斯様に地震動に於ても基礎や本體の剛柔に依つて其受くる震力に相違あるべきは推定に難からざる處であります、地震の急激なる衝動を一時吸取し或は之れを消失し或は緩徐に之れを吐出し以て被害を少からしむるは必ずしも不可能事でないと思ひます、我々の基礎は稀れに剛性と見らるゝものもありますが多くの場合其構造の如何を問はず概して反撥力の遲鈍な彈褥と見て差支ないと思ひます、従つて急激なる地動を受くる場合夫自身幾分永久變形をもち、震力の一部を消失せしめたり或は一種の緩衝裝置となつて上體の振動を緩慢ならしむるような働をなすべきは疑のない處と思はれます、勿論地盤が軟弱で不同沈下をなし上體の或支點に著しい偏荷重が起り上體の構造が之れを負擔し得

ない様なものは別問題であります、そんな場合でも上體が假令ひ丈は高くとも平面坪の餘り大ならざるものならば比較的容易に柱底を結束して一塊とし不同沈下に對抗せしめ得るのですから、基礎の彈褥的作用を有効に受けることが出来るのであります、剛性建築で箱見た様なものが少々下がつたり傾いたりして何等の被害を認めないものは多く見受けるのであります、しかし面坪の巨大な且つ高い建築物に此基礎の彈褥的效果を過重視するの甚だ危険なるは申迄もないことであり、基礎は斯の如くであります、更に上體が可撓性に富んだ柔性建築であれば其根底に受くる震力は益々上方に及び悪いのは當然で其分量もずつと輕減さるゝものであります、是等は結局自己振期として現はれますから震動時相を極むれば略量定が出来るのであります、柔性建築には上述の様な耐震と都合の好い素質があるのであります、吾人は之れを見逃がす譯に行かぬと思ひます、我々の平素の經驗から見ても最もひどい震動に對抗する鐵道客車の如きから全然彈機を取去り如何に車體を剛強に製作しても今日の様に急速力で運轉されては、忽ち破壊を免かれぬのは誰も容易に想像し得る處であります、凡そ震動に對抗せんとする我々の事物は皆益々緩衝裝置の改善に力を注いで居るのであります、獨り建築物のみは之れに逆行して愈剛強とせんとする傾向で如何にも轉倒したやり方です、經費から見ても柔ならしむるは剛ならしむるより安かろうと思はれます、更に轉じて地震動中建物被害の實際進行狀況を觀察しますと木造日本家屋の如きは一振二振で壁ちりが切れ木材の仕口が弛み急に剛性を失ふて緩るく大きく搖れ出しますが尙攻撃の手を弛めない爾後の震動に耐へて居るのは多いのであります、又煉瓦造でも第一に剛直な耐抗力の強よい隅壁が切れ基礎の接合が離れ随分ふらふらになつて尙全く倒れんものも多く見受けられます、鐵骨煉瓦壁や鐵筋コンクリート壁でも眞先に壁がやられるので随つて其剛度は甚しく減ずるのでありますから續く地震では譯もなく倒壊しそうなものですが、仲々倒れないで原形を維持して居るものは多いのであります、是等は申迄もなく一部の破潰が大に震力を吸取もしませうし又振動に對する消失效率を増す事になりませうが、主として上記の様に震動の進行につれて剛強な部分が破潰し建物は急激に剛性を失ひ柔順となり大に自己振期を延長しますから地震の強迫を避くるに便宜なる態形を探るに至るものと見るのが穩當な見方であらうと考へます、此の見地から申しますと壁を多く頼みとする鐵筋コンクリート構造は最も恐るべきで都合の悪い地震に遭ふて壁がや

られたら最後内部も之れと運命を共にせなければならぬのであります、先般の地震被害の實況を見ましても鐵筋コンクリートの被害は丸潰れのものが多いのですが鐵骨構造のものは壁はびどくやられても全潰のものは私の見た範圍では一軒も見當らないのであります、我國で殊にしばしば大震に見舞はるゝ關東地方では壁を唯一防禦線とする構造には絶対に反對せざるを得ないのであります、どうしても第二防禦線として可撓能力に富んだ鐵骨架構の如きを加へんでは耐震構造と稱しがたいと思ふのであります、幾度か大震した大伽藍やひよろひよろした五重塔が我國では適切な教材と思ひます是れが耐震性を極はむるのが耐震構造に達する捷徑であろうと考へらるゝのであります、頭の巨い高い重い荷を負つて居る大寺院でも殆んど四方明け放しで耐震壁もなければ筋違もないのですボールドもなければ短冊鐵物もないのです、夫れで百千年嚴然と立つて居るのであります、若し之れに太い筋違ひを入れたり耐震壁を設けたりボールドで締付けたり西洋流の耐震補強でもやれば恰も鐵道客車から緩衝装置を取り外づしたと同様で折角の柔性を損し確に危険率を増すのであらうと思はれます、桑港震災の實況に鑑みて出來たセザ-塔の鐵骨架構に多くの筋違ひを省いたのは可撓能力を増す用意だと云ふ事を曾て大森博士の震災豫防調査會報告に譯載してあります、剛性建築の本家にも同感の士があると見へます、耐震構造は複雑でありませふが畢竟其要點は歴戰の勇士たる我古寺の柔順性を測るにありと思はれます、大森博士は夙に耐震構造上自己振期の觀測を重視されまして機會ある毎にやられた様であります、未だ寺院について公表されたのを聞きませんのは甚だ遺憾であります、若し此調査が種々な方法で相當正確に出來たならば直に以て吾人の建物に適用することは出來ませんでも彼我構造の相違點について加減すれば指針とするに足ると思ひます、差當つては大森博士の調べられた五重塔振期則ち約1.5秒以上を標準として柔性建築をやればよし多少の被害はあつても自己振期は延びて大地震振期と遠ざかる一方であるから先づ危険はないものと見てよからうと思はれます。

耐震上から見た剛柔建築の得失は斯の如く考へられます、依つて今後の建築は柔性の昔に還へり之れを今日の材料や科學で解決するの外ないと私は深く信ずるのであります、而て之れが適良な構造については多くの技術家の研究考案を煩はし急速に解決したいのであります、次に私の畫いて居る一案を参考迄に掲げまして柔性建築とはどんな程度のものでよからうか、各位の討究に供したいと思ひま

す。

- 第一 柱及び主梁は鐵骨架構とし務めて可撓能力を附與すること
- 第二 床屋根及び之れに附屬する小梁は剛性鐵筋コンクリート構造とし各柱の可撓度を均一ならしむること
- 第三 屋根は陸屋根を理想とすること
- 第四 柱、梁、床、屋根を併せたる構造體の柔度を基礎定着と見て自己振期 1.5 秒以上とし以て大震の振期を避くこと
- 第五 頂點に於ける最大撓度を大地震振幅の 1.5 倍以上とし強迫震動時の惡相に對應せしむること
- 第六 中軸曲線は物部博士の説に従ひサイン曲線とし其頂點の歪曲を前項と一致せしむる事
- 第七 各點の横力負荷は前項中軸曲線と振期より算出すること
- 第八 外壁及び間仕切壁は薄き鐵筋コンクリート或は鐵網モルター吹付或は張付壁の如き輕快なるものを選び必要あれば二重壁とすること

大要上記の通りで柱梁の大きさを定むることは困難でないと思ひます、只稍面倒なるは自己振期の算定であります之れは物部博士の便法がよからうと思ひます又私の震動時相論に掲げた方法を直接算出するも左まで難事でないと思ひます、壁は微弱であります建物の常時振動は之れを相當程度に制限し得べく風力や小地震には充分と思ひます、勿論外壁は耐久性に乏しく10年20年には補修を要します又大地震に遭へば龜裂は覺悟の上ですから舊套を棄て、新裝するの外ないのであります、是位の犠牲は天災の多い我國では元も子もなくするよりはよからうと思はれます、西洋建築は御承知の通り煉瓦や石の如き壁體から今日の進歩をなしたものでありますから自然壁體美に重きを置くのは止むを得ぬ所であります、されど是れが重くて剛強に過ぎ耐震上我國土に適せずとすれば假令ひ絶對的でなくとも改むべきと思ひます、勿論容姿風彩を整ふるに、誰も異存のある筈はないのですが、從來の様に凸凹が多くて巨き石等が面を衝いて立つて居ると災後の吾々には押し潰されさうで美を感じるより先づ恐怖を感じるのであります、之れに輕快優雅なる容姿を整ふる如きは今日の技術家にとり難題とは思はれないのであります、要するに壁に重きを置く剛性建築は耐震上から見て恐るべきであります。

以上で私の考ふる所は大要をつくしたと思ひますが、尙一言加へたいのは耐火

と工費の點です耐火については柱や梁に耐火被覆を施せば鐵筋コンクリート程度の耐火性を得ることは問題でないと思ひます、工費の點は柔性建築の方が寧ろ安からうと思はれます、殊に最近では鐵工業は甚だ不振で木造建築と競争も出來そうな氣運に向いて居りますから前途一層有利であらうと思はれます、之れで本論を終りますが、多くは獨斷的で各位の御考へと反する點も多からうと思はれます、幸に御示教を得れば仕合せであります。(完)