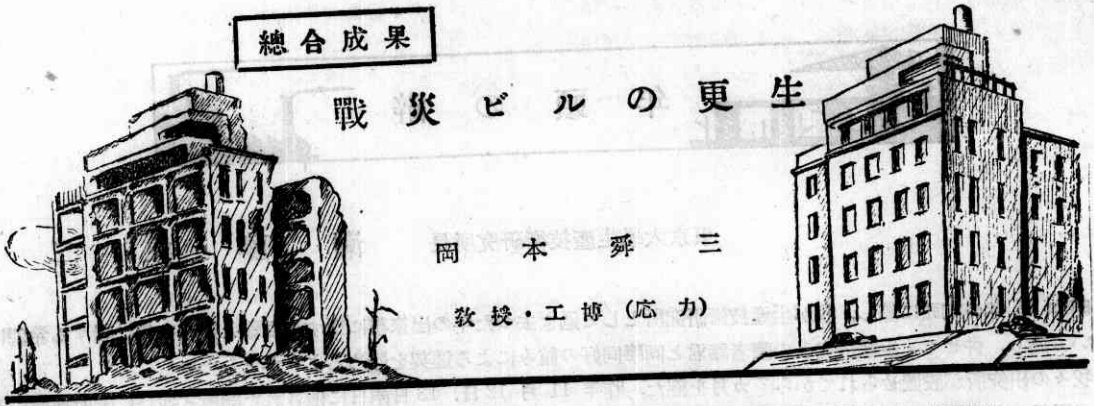


総合成果

戦災ビルの更生

岡本舜三

教授・工博(応力)



戦災ビルを簡単に塗りかえただけで使用するのが危いことは南海、福井兩地震によつて實證された。われわれの経験によつて焼けたコンクリートの強さが弱まっていること、焼けた建物の剛性が減じていることは明瞭に示された。焼ビルの利用者はこの冷感な事實をよく認識し、自己の使用する建物の強さを判断し、適當な修理を加えた上で安心して住むようにしてほしいと思う。

多數のコンクリート・ビルが戦火をうけて焼けたが、これを更生し安全に使用することは、復興途上にあるわが國にとつては重要な問題である。終戦直後は極端な事務所不足のためにその安全性などをかえりみる暇もなく單なる塗り直し程度の修繕で再使用したものもあつたようであるが、その後、南海、福井の兩地震で戦災ビルが強度上懸念を感じさせるようになって以來、その対策は重要問題として構築技術界に登場してきたのである。

戦災ビルの研究は現在建築學會を中心に大規模に進められているから、近く決定的な更生方策などが提出されるであろうが、以前から建築研究所と文部省科學研究費による研究班との2カ所で互に緊密な連絡をとりながら行われ、研究班の中心は本研究所にあり筆者もその班員の*一人になつていたので、そのとき行つた實驗を中心に、戦災ビルの安全性に關して考察を試みようと思う。

一般に戦災ビルといつても火害の程度にはいろいろあるので、建築研究所では修理の便宜上これを次の4段階にわけている。

1級 上塗のモルタル或は漆喰に多少龜裂が入り、或は部分的に剝離した程度。

2級 上塗が相當剝離し、梁柱などの構造部材自體に微少龜裂がみられる程度のもので、とくにコンクリートの施工がよくない場合は梁の下端または柱の被覆コンクリートの剝落するものもある程度。

3級 上塗はほとんど剝落しコンクリート表面は黄色を帯び、梁には數センチにもなる龜裂が多數發生し、これが床版にまでのびているものもあり、梁の稜角部はコンクリートが長手に剝落してところどころ鐵筋が露出して、床版は下側の鐵筋被覆がほとんど脱落している場合がある。

4級 構造部材の損傷が著るしく、床版は彎曲垂下し梁や柱は歪曲し、コンクリートは黃褐色を呈し、とくに高温が長くつづいた部分ではコンクリート中の骨材が熔融して熔岩のようになつているものもある。

一般にコンクリートの耐火性については過信されているので4級に當るような火害の實在性を疑うむきもあるか



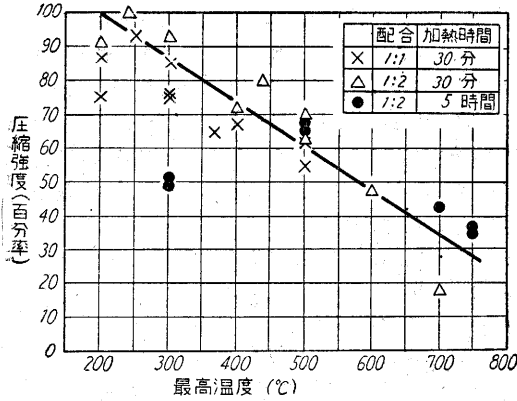
第1圖 業平專賣局倉庫内火災狀況

もしれないが、東京附近に例をとると、業平專賣局の煙草倉庫の燒跡はこの好例である。これは風とおしの悪い室の中で葉煙草と用紙類が長時間蒸されるように燃えつづけたので、太い柱は鈴のように曲り或はほぼ45°の方向に剪斷され、梁と天井とは不規則に歪曲してたれ下り凹地にたまつた雨水は天井の龜裂から滴下して、ちようど妖怪變化の住家を思わせるものがある。しかし實際には4級に當るほどやられた建物は更生の望みがないから處置はむしろ簡單で、問題は比較的的火災の軽いものをどう補修更生させるかにある。

コンクリートの建物が火災をうけて弱くなる原因を分析してみると、火熱によつてコンクリートの強さが弱まり、また變形しやすくなること；火災中水分の急激な蒸發や骨材とセメントの膨脹係數の差異などに基く龜裂の發生；鐵筋コンクリートの附着強度の低下；構造各部の

* 研究班の本研究所關係者；岡田教授(擔當委員)、岡本教授(主任研究員)、丸安助教授、齋助教授、久保助教授(以上協力研究員)

不均一加熱などにより起る龜裂による構造各部の分離；
コンクリートの化學的變質による鐵筋對する防鏽作用
の減退。などである。



第2圖

火熱によるコンクリートの強度低下についてはすでにいくつかの文献があるが、われわれも加熱したモルタルについてその壓縮強度を測定したが、その結果は加熱温度が 200°C を越すと強度低下が認められ、温度が高いほど程度はひどく、700°C では常温における強さの 30% になつてしまつた。そして加熱時間が長いほど餘計強度が低下するが、その場合ある一定の温度以上の温度の繼續時間がとくに影響があるように思われた。したがつて焼け落ちた残骸が永いこと堆積して燻ぶつていたような床のコンクリートは、最高温度はあまり高くななくても高温繼續時間が永いためにひどい火害をうけることが豫想されるのである。第2圖は實驗結果の1例で、加熱されたモルタルの壓縮強度の%を示すものである。

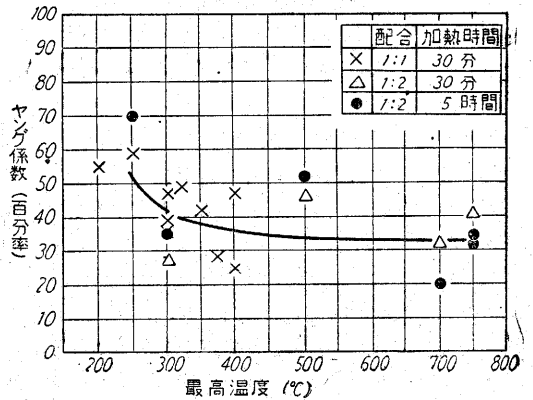
次に高熱をうけたコンクリートは力をうけた場合非常に變形しやすくなり、また力を取り除いても變形がもとに戻らなくなるものである。變形しやすさの規準として普通はヤング係数を用いるが、第3圖はモルタルのヤング係数の低下する狀況を示したもので、温度が300°C を超えると常温におけるよりも約3倍變形しやすくなるのである。これは地震のときなどに建物がふれやすくなることで、耐震性を低下させる一因と考えられる。

なお従来あまり気づかれなかつたことで重要なことは火熱をうけるとコンクリートと鐵筋の附着の強さが非常に落ちることである。鐵筋コンクリートの建物が剛堅であるのは鐵筋とコンクリートが互に附着しあつて一體として外力をうけるからで、兩者の結合が破られると各個擊破をうける結果、元來脆いコンクリートにはたちまち龜裂が入り梁は容易に折れてしまふであらう。第4圖は火熱をうけた場合の附着強度の%を示しているが、これで見ると強度低下の狀況はだいたい壓縮強度の場合と同

じで、その影響はやはり 200°C 以上で現われるようである。

このように實驗室でコンクリートを焼いてみるとあきらかに強度は落ちるのであるが、實際の火災の場合にコンクリートは果してどの程度加熱されるであらうか。コンクリート建物内の火災温度はそのときの條件によつて相當左右されるのはもちろんであるが、數例の現場試験によると、だいたい燃え上つた直後、温度は急激に上り 20 分以内に 800°C~1000°C に達し、約 20 分間その温度を持續した後漸次低下してゆくのが普通の火災の経過のようである。

しかしこれは室内の温度であつて、コンクリートの表面では空氣の流通の不充分、水分の蒸發などのために温度はやや低いものとみられている。ことに最高温度の繼續時間が短い場合はコンクリートの内部の温度はさらに低く、普通の場合部屋の温度が 800°C になつても梁では主鐵筋のある附近で 400°C 内部の方では 250°C くらいであり、床版では内部で 500°C くらいであらう。とくに多くの例がそうであるが、表面に裝飾用の塗裝があるとその剝離によつて塗裝とコンクリートとの間に空氣によつて熱を傳えにくい層ができて一層コンクリートの温度

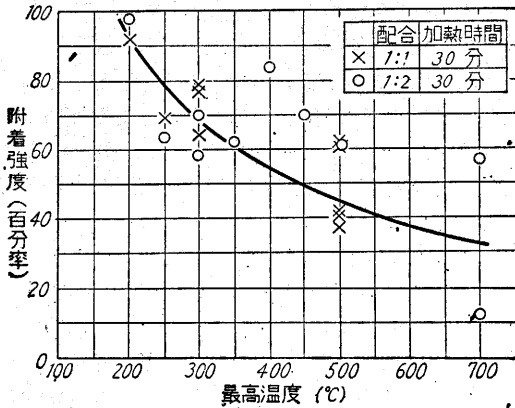


第3圖

を上げないことになるであらう。だから普通の火災では床版はやや損傷しても、梁や柱はあまり傷まず、被害はだいたい 1~2 級の範圍にとどまることが多いのであつて、3 級のような火害はその室にとくに可燃物が多かつたとか薬品があつたとか、または建物の施工が劣悪であつたとか、特別の事情があつた場合が多いのである。

3 級程度の火害の場合には構造物には多數の大きな龜裂ができて、各主要部の連結を斷ち建物の剛性を著しく低下させるものであつて、これは構造物の安全性の上から最も注目しなければならぬことである。鐵筋コンクリートの建物では柱と梁とはいわゆる隅角部で補剛用のコンクリートによつて堅固に連結され、梁と床版ともまた互に一體となつて働くように造られている。そのため或る一カ所に働く力は廣い範圍に分散される利點があるが

ひどく焼けた建物では梁と床のつなぎ目に長い龜裂が入つてそこから雨水が漏り、梁と柱をつなぐ隅角部ではコンクリートは剝離して鐵筋が露出していることが多く、梁、柱、床、はそれぞれ分離獨立している。



第4圖

筆者らが載荷試験を行つた某校教室の焼跡は、みたところは3級程度の火害であつたが、床版が破壊し梁が單獨に働いているため焼けなかつた教室の梁にくらべて實に2倍の撓みを示し、建物の剛性は著しく低下していたのであつた。一度破壊して分離した2つの構造部分を骨接ぎでもするようにつないで、元どおりの強さを得ることについてはいろいろ考えられてはいるが、まだ自信がある工法はない。

したがつてこの程度に破壊された建物を使用するには大がかりな修理が必要で、とくにそれが公共建物である場合には公安上再使用を見合せるべきではないかと思ふ。

最後に戦災ビルの修理の問題であるが、修理計畫の根本になるのは被害程度の診断である。それには試験荷重をのせて、撓み及びその復元状況をしらべるのが最も有力な方法である。このとき先に述べたように焼けたものは焼けないものにくらべて大きな變形を示すから、その差によつて被害構造物の耐力を大體推定できるが、しかし適當な比較できる梁のない場合も多くこればかりで耐力の判定をすることはできない。その他、焼けたものの變形は復元性に乏しことを指摘し、これによつて被害の程度を推定しようとする案もあり、筆者が実験室内で用いた小形のコンクリート梁ではそういう事實が認められたが(第5圖)、實際の建物での現場實驗ではそうでない事例もみられた。

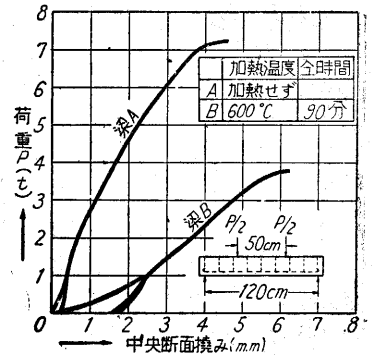
このほかに建物を起振器によつて振動させて自己振動週期を測つて被害の程度を知る試みや、コンクリートのアルカリ性または結晶水の減少から火害の程度を知る方法などがあり、筆者もそのいずれをも試みてみたが、まだ單獨では適確な火害判断の資料となるものはなく、やはり火災状況の調査や前記諸試験の結果から總的に建

物の耐力を判定するよりほかにいふに思われる。

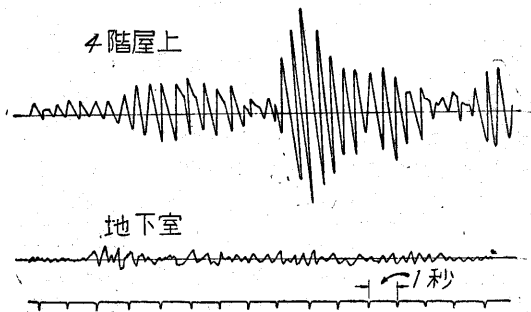
このようにして診断の結果、とにかく被害の程度が推定できたならば、建物全體としての補強方策、局部的火害に対する修理方策をたてねばならない。局部的修理だけでよいものはまず2級以下の災害の場合である。この時はコンクリートの小龜裂にはセメント・ガンなどで充分モルタルを吹きこみ、鐵筋が空気にふれて錆びることを防ぐ必要がある。またひどくいためられたコンクリートの部分は充分にこれをはつり取り、コンクリートを入念に打足す必要がある。また梁などで局部的に火害がひどい場合は、そこだけ別に支柱をたてるなどの補強工作をとらねばならない。

火害が3級に及べば局部修理だけでは安全とはいえない。この場合は局部修理を入念にした上に全體的な補強をするか、或はまた荷重の軽減か用途の變更によつて更生するほかにあろう。

全體的補強には、戦災ビルが地震動のような水平力に對して特に弱いことを考慮する必要がある。建物が水平力に耐える主な要素は柱と梁の剛なる連結にあるので、火災にあつたこの連結が損傷され、極端な表現を用いるならば積木を組立てたようになるので、平時は安全であるが一朝地震力のような水平力にあつるとひどい損傷をうけ、甚だしいときは挫折倒壊するようになるのである。福井市内では多數の戦災ビルが更生使用されて



第5圖



第6圖 焼ビル振動記録 (1949年2月10日地震) 筆者等は本郷台の某4階建戦災ビルの地下室と4階屋上に地震計を据え、地震時における建物の振動を観測した。その結果周期0.45秒の振動が卓越しており、この場合には剛性が減つているとは認め難かつた。

いたのであるが、先般の地震で相當數がかなりの被害をうけた。ことに七層樓の大和百貨店は新聞や映畫で廣く紹介されたように無残に崩壊し、また第三人絹倉庫では3階、4階はほとんど崩壊した。このような大被害は普通のコンクリート建物では考えられないことであつて、全く戦災の影響であり、戦災ビル更生利用者に対する貴重な警告と解すべきであらう。

では建物の耐震力を増すにはどうすればよいかというと、壁體を適當に配置することが最もよいとされている。壁體には無開口と開口のものがあり、無開口のものは工費が大きく自重も重い。剛性はむしろ開口のものより大きいから、これらの點を考慮し被害の程度に應じて適



第7圖 大和百貨店焼ビル震災狀況

當な壁體を要所要所に設ける必要がある。ただ戦災ビルに對して新たに壁體を設ける場合には、普通の場合とちがつて在來部分との密着が充分にできないから、剛性をやや低下して考えなければならないこと、壁體の重量だけ餘計な荷重が基礎に新たに加えられることを考え、場合によっては基礎工の補強をしなければならないことなどの注意が必要である。日本内地に地震の多いことは衆知の事實である。ことに東海道、南海道地方、日本海沿岸地方、名京阪地方、信濃川沿岸地方は強震に見まわれる可能性も多いのであるから、この地方の戦災ビルには事情のゆるすかぎり速かに耐震的補強を講じなければならぬと思われる。

以上きわめて簡單ではあるが、建物の強さに及ぼす火害の影響を實驗上の事實に基いて述べたのであるが、戦災ビルはその程度の差こそあれ強度と剛性が低下していること、ことに耐震強度の點で劣つてゐることは疑いないところであるから、該當ビルの使用者は速くその火害の判定をうけて適切な補修を行い、安んじてその中に生活し、活動できるようにしなければならないことを特に強調したい。(1949・10・13)

文 献

- 内田 祥文 建築と火災 (1942 年)
 建築研究所 焼ビルの耐力診断並に補強 (1946 年 4 月同所報告)
 岡本 舜三 戦災コンクリート構造物の安全性に関する研究 (1949 年 12 月、土木學會論文集、第 5 號)



苦汁から除草劑の製造

生産技術研究所はネオンサインを掲げるほどの近代色を帯びた研究所として出發したが、敷地は廣大な荒地を利用したため雑草はいたるところにはびこっている。たえず人力によつて除草につとめているが、庭園化している面積は全體からみるとはなはだ小さい。しかも雑草はあとからあとから生えてくる。現在のような高價な労働力を考えると人力で絶滅することは不可能に近い。

そこでこの雑草の根絶を企圖した研究がこれである。もちろん手数がかかつたり高價になるものではない。

たとえば禾本科植物以外の植物を選択的に除去する能力のある、4-D (2,4-ジクロロフェノキシ酢酸) のようなものであれば、食糧増産のため

相當の犠牲をはらつてもよい。ちなみに有機除草劑 2,4-D は目下日本でも量産に努力しているとき、また植物ならなんでも全滅させるだけでよいのならばジエトロ・オルソ第二級ブチルフェノールでもよい。しかしこれらはいずれも原料的に、または製造工程を考えると、そう簡単に捨てても惜しくないような物質ではない。

安價であり簡単に作れるという先にいつた條件に適つたものが苦汁を原料とする除草劑で、苦汁は手づかに廢物としてえられるものである。筆者は以前から製鹽及び苦汁の利用を研究しているが、この苦汁を電解處理すれば相當強力な除草劑が簡単にえられる見こみがついた。

苦汁の成分は、大體多いものから書くと、陽イオンとして Mg^{++} , Na^+ , K^+ , Ca^{++} , 陰イオンとして Cl^- , SO_4^{--} , Br^- などが含まれている。今の目的には、ある程度うすめた苦汁を隔膜なしで直接電解し、陽極で Cl^- を ClO_3^- に酸化させ、結局 $Mg(ClO_3)_2$, $NaClO_3$, $KClO_3$ を液中につくるのである。液中に ClO_3^- ができると、これが強力な除草の效果

があることにはまちがいはない。問題は ClO_3^- をつくらせるための電流効率をどうして上げるかにある。液中には Cl^- 以外のイオンがあるためこの効率の妨害をするので、目下この電解効率を研究している。

なお苦汁から得る除草劑はマグネシウム鹽を含むため、 $NaClO_3$ を用いた場合よりも火災の危険が少なく適當の濕氣をよび砂塵もたたなくなる効力が加わると思われる。運動場などにマグネシウム鹽をわざわざまく時がある。大切なのは、火災の點で上記のように $NaClO_3$ だけを用いると、煙草の吸殻などで枯草がもえだすおそれがある。アメリカではこれによる火事がずいぶん多いように報告されている。この苦汁を原料とした場合は安全度が大きい。

$NaClO$ 單獨の場合でも自然發火することは絶対にないので、使用に當つて注意すれば危険ばかりを恐れる必要もない。

まず本研究所内の除草劑として試験してみるつもりで、これが成功すれば廣く鐵道線路の除草、開墾用雑草根絶劑として用いれば効果絶大であらう。(1949・10・26・應化・野崎弘)