

研

究

北丹の震災と鐵筋混凝土

内務技師 宮本武之輔



鹿島の要石

常陸の國鹿島の里に齋き祀る官幣大社鹿島神宮の神苑内に中央の稍凹んだ圓形の石がある。人呼んで『かなめ石』と言ひ相傳へて言はく、地震の原動力である所の地中の大

鱗を此の要石で押さへ付けてゐるがために、古來鹿島の地には地震が起らないのであると。古來鹿島の地に大地震がないのも事實であるし、それがその地方の堅牢な地殻構成に原因してゐる事も明らかなる事實であつて、敢て要石のお蔭とのみは判断し難いが、さりとて日下部四郎太さんの

様に、要石は豪昧の世の邪堂媯詞の名残りであると断定し
て仕舞つては鹿島神宮の神罰の程も恐ろしい。

しかし要石の傳説は有名なものであるが、翻つてわが國
の地震の慘害を思へば、轉、此の日東帝國の厄運の甚しき
を浩嘆せしめないでは已まない。小學校の讀本に記された
濃尾の地震の慘狀を讀んで、子も親に縋る能はず、妻も夫
に頼る能はざる此の世の地獄を想像して殆んど絶望的な恐
怖に戰いたのは余が幼時の記憶であるが、最近の事例を數
ふるも大正十二年の關東の震災、大正十四年の但馬の震災
昭和二年の丹後の震災、隔年毎に斯の如き激震に見舞はれ
て多くの人命と多くの財産とを喪失する事に想到する時、
誰かわが國の前途のために、肌を粟立せざるものがある
うか。

果して要石に地震鎮壓の神徳が宿るものならば、之を草
深い鹿島の里に埋もれしめず。富士の靈峰の頂上にでも遷
座して普くわが國土を護る礎として崇め奉る名案も思ひ付
かぬではないが、世も昭和二年の春となつて見れば、斯様

な請願は國民の頭から忘れられむとしつゝある時代錯誤の
代議士諸公でも容易に採擇しては呉れまい。

茲に於てか、如何にして地震の慘害を最小限度に喰ひ止
むるか。實にわれらの眼前に横はる大問題は之より外には
出でないのである。

北丹後の震災

余が僚友と共に北丹後の震災の跡を訪ねて發見したる收
穫の最大なるものは所謂「郷村（竹野郡）の斷層線」であ
る。此の斷層線の發見は地震學者よりも新聞記者よりも我
等の方が早かつたかと思はれるのは、京都大學の地震學教
室からの視察隊に此の斷層線に對して注意を與へたのは實
に我等であつたからである。

此の斷層線は北々東から南東南に走り、竹野郡網野町、
郷村、中郡峰山町、與謝郡山田村、市場村、加悦町の如き
激震地は何れも此の線上に位し、特に郷村に於ては水平に
約八尺鉛直に約二尺の喰違ひを生じ、此の線上に建てられ

た郷村小學校の如きは微塵に粉碎せられたるを見る。

地震と同時に火を發して全町を烏有に歸せしめ約四千五百の人口の三分の一を失つた峰山町の慘狀は言はずもがな郷村の如き、幸ひにして火災は起さなかつたけれど全村の家屋倒壊してその下の壓死者を掘り出す事さへ出來ず、寒さと飢ゑと傷病とに悩まされて、峰山町から貨物自動車便の開通するのを一刻千秋の思ひで待ち焦れてゐる有様は悲慘の極であつた。

殊に網野町、市場村の如きは震災と同時にその大部分を焦土と化せしめ、町村の有力者、理事者の大部分を喪つたがために殆んど策の施す可き所を知らず、我等に對してもその窮狀を訴へて救護を懇願する様は坐ろに斷腸の思ひあらしめたのである。

噫、何ぞそれ慘なる。余は大正十二年の震災の時は出張旅行中で東京に居合さず、萬難を排してから歸京して後も三週間位にして外遊の途に就いて仕舞つたのであるから、今回の震災を視察した程の衝動は受けなかつた。災厄は踵

を接してわが國土を襲ふ。臯天何ぞわが故國を惠まざるの甚しきや。

構造物の震害

殆んど凡ての構造物が地震のために損害を被らないものはないが、中でも余は鐵筋混凝土構造に對して多大なる興味を有するが故に、特にその方面の被害に對して深甚なる注意を拂つたのであるが、次に二三の見聞を記して見よう。

堤防の震害

河川又は鐵道の築堤が地震のために甚しい損害を被る事は勿論であつて、地盤の如何と震動の方向とによつて或は陥落、或は地汙り、或は縦龜裂、横龜裂を生ずる。鐵道の築堤であれば一時汽車の不通を見る位で済むけれど、河川の堤防となると一度出水の厄に逢はんか、堤防を決潰してその災禍測り知る可らざるものがある。北丹の震災に於ても、府費支辨の福田川、野田川の如き見ても無慘なる龜裂を生じたのであるが、その内でも堤防の方向が激變する部分では震害が大きい。土堤を耐震的ならしめるためには別に良法はないが、法線を緩曲線にし方向を

急變せしめないこと。勾配を緩にし築立を充分にする事、低濕地の築堤に對してはその法先を充分に保護する事などは特に注意を要する。それから半切取半築堤の如きは地震に對して最も危険であつて山陰線餘部鐵橋の西詰線路が一時不通になつたのは之に原因する。水力發電の水路にもこんな例が少くないが極力之を排斥しなくてはならない。

堰堤の震害

地震のために峰山町の水道貯水地堰堤、(土堤)は滅茶々に決裂してゐるが、取水管の弁が破損したため、そこから洩水して堰堤の決潰を見ずして終つたのは不幸中の幸と言ふ可きである。土堰堤を耐震的ならしめらる事も、堰堤そのものが一體となつて働かない限り困難であるが、洩水決潰を防ぐためには混凝土の心壁を入れるなども一案であらう。此の場合粘土心壁は平時の水密のためには効果があつても、地震に對しては殆んど無効であらう。

之に對して設計と施工とは充分の注意を拂つた混凝土堰堤は可なりの激震に對しても安全である事は、前記郷村の

斷層線に接近して福田川に用水取入のために石造煉積堰堤があるのに、之は何等の損傷をも受けてゐないのに徴して明らかである。

橋臺の震害

震災地に於て多數の混凝土橋臺を見出し、たがその内翼壁の部分の間知石積にしたものは、此の翼壁の部分と橋臺の部分とが切離してはゐるけれど、橋臺には被害が認められない。之に反して翼壁を同じく混凝土として兩脚を擴げたU字形橋臺を作つたものは必ず大龜裂を生じてゐたのを自撃したのであるが、之は比較的厚さの薄い純混凝土構造に取つての必然の運命である。設計上地震の効果を考慮して充分の厚さを與へたならばU字形橋臺必ずしも危険ではないのであるが、地震の事を考へると橋臺にしても橋脚にしても重力斷面よりは鐵筋混凝土に作るのがよい。少くとも半重力斷面にして多少なりとも鐵筋を挿入す可きであらう。

橋梁の震害

北丹後の激震地には大きい橋梁はなく、府縣道の木桁橋にしても鐵道の鉸桁橋にしてもさしたる被

害はなく、野田川下流の岩瀧橋の被害の如きは橋臺の沈下と、餘りに細い橋脚の丸太が途中繼手の箇所で折れたのに起因するのであるが、郷村で發見した府縣道福知山網野線の鐵筋混凝土版桁橋は橋梁と橋臺との絶縁が不完全であつたがために破損し、橋臺から橋梁へかけて一聯の龜裂が通つてゐたのは頗る興味ある發見であつた。此の絶縁が不完全であるがために橋梁に損害を及ぼした例は阪神國道の武庫大橋、連桁徑間部に於ても見出し得るのであつて、兩者の間には鋼鈹、鉛鈹の如きものを挟ませ、且つ仕上げ膠泥などが兩者の滑動を妨げない様に、特に注意を拂ふ必要がある。

非常なる激震の場合に桁橋が橋脚から外れて落下して仕舞ふ事は關東の震災にもその例があるが、斯の如くにして交通の杜絶する事を防止せんがためには桁橋を二、三の徑間に亘つて連桁とするのがよい。此のために橋脚に生ずる彎曲率を軽減せんがためには之を所謂搖性橋脚 (Rocking Pier) とする事も出来るのであつて、前記武庫大橋の

如きは設計として上乘なるものである。

護岸の震害

河川堤防の混凝土護岸、貯水池堰堤内側の混凝土裝工の如きは、地震に對して極端に破壊して仕舞ふのは今更申す迄もない、固より此等の護岸は水勢を殺ぎ或は洩水を防ぐのが目的であるけれども、さればと言つて地震の事は知らないと言つてしまつても、さればと言つて見る所を以てすれば、護岸混凝土には必ず鐵網の如きものを入れて之を補強する事、それから施工を連續的にせず縦の方向にも横の方向にも三尺乃至五尺位の區劃を作り、その接合線には薄い杉貫の如きものを挟ませる所謂分格施工 (Bay Construction) にするのが望ましい。かくすれば地震に對してのみならず、温度の變化や堤防の局部的沈下に對しても龜裂を防止してくれるであらう。

擁壁の震害

わが國古來の石垣の如きは地震によつて脆くも崩壊するのは勿論であるが、前掲の橋臺の外、鐵筋混凝土の擁壁などの被害例を這般の震災地では見出さなかつた。詰りさう言ふ施工例に乏しいのであるが、擁壁に對

する注意は前掲の橋臺に對する注意で盡きる。但し鐵筋混
凝土矢板の傾いた例は尼ヶ崎市にもあり大阪市内の中津川
にもある。根入の不足と鎮礎の不充分とは往々にして矢板
傾倒の原因となるけれど、中津川の如きは根入も相當にあ
り鎮礎釘の長さも相當に長いに係らず矢板の傾倒を見たの
は此の護岸が普通の矢板でなく六尺隔きに親柱を打込みそ
の間を水平の版で連ねてあると言ふ設計上の缺陷にもよる
であらうし、埋立地の地盤が極て軟弱であつたのにも基く
地震と同時に幅六尺位の地割れを生じたと言はれてゐるの
に見ても、その當時矢板の被つた水平壓力の大きかつた事
が想像せられる。斯の如き地盤に對しては鎮礎は殆んど効
果を有せず、矢板の前面に捨石をするか、或は圍堰（Oo-
ter dam）として矢板を二重にするより外には良法はある
まいと思はれる。

煙突の震害

激震地の煉瓦煙突は全部倒壊し、煉瓦煙
突の上部が折れたのは大阪市内にも澤山あつて、その或る
物は折れて短かくなつたまま、で盛んに黒煙を吐いてゐたの

は悲惨でもあれば滑稽でもあつた。

唯鐵筋混凝土の煙突は北丹後には見られなかつたし、大
阪市内にあるものには被害はなかつた様である。兎に角大
阪市に相當に被害があり、地震の如きも京都よりも大阪で
強く感じたと言ふのは、前記『郷村の斷層線』の延長線上
に大阪市が位する結果ではあるまいか。

水槽の震害

高架水槽が地震に對しては危険である事
は決して煙突の比ではなく、水槽脚が通例框構になつて
て全體の重心が殆んどその頂部に近い位置にあるのに原因
する。鐵筋混凝土水槽が倒潰顛覆した例は大阪市内稗島、
帝國製麻會社にある。此の水槽は邊長約八尺の八角形で深
さは約一〇尺、之を支ふるに四本の方形柱を以てし、柱の
高さは約四〇尺、その大きさは脚部に於て二尺平方位であ
つたが、地震の時には水槽に満水してゐたがためにも見るも
無残なる崩潰に終つたのである。その原因は恐らく設計の
不備に基くであらう。柱の鐵筋は一時丸鋼八本であつたが
之に螺旋筋を配せざりし事、柱の寸法が過小なりし事、柱

と柱とを水平及び鉛直に連結する斜材を有せざりし事などは、最大缺陷であつて、若し此の斜材を省くならば柱も水本繋材も充分の重強断面にしないでならぬ。余が佛國に於て目撃せる鐵筋混凝土水槽は此の斜材が最も完全に施されてゐて、柱も八本であつたが、若し鐵筋混凝土で斜材を作る事が面倒ならば少く共ターンバックルを有する丸鋼を以て之に代へる事が絶対に必要である。

耐震建築

古來わが國は大震災と必然的に之に伴ふ大火災との幾多の經驗を有するに係らず、耐震建築、耐火建築として殆んど何等見る可き様式の發達しなかつた事は寧ろ奇蹟ではないか。無心の鳥獸草木さへもその環境に適應して自らを護る習性を有するのに、わが國民がかの五重塔を耐震的に作る巧妙なる考案をしたに係らず人命と財産とを托する一般建築に對し工夫を凝らした跡なきは此の類々たる震火災を免れ難き宿命と觀じて何等の策をも施さなかつたのであら

うか。

地震があれば必ず家が倒れて火災を起す。木造家屋であるがために比較的重量が軽くして壓死は免れても倒れた家から這ひ出す暇もなくして生きながら火のために焼かるゝ酸鼻の極を果してわが國民は何と觀じたであらうか。地震に際して倒れない家は作り得ないとしても、べしやんこに潰れさへしなければ這ひ出す餘裕は充分にあるのである。二階建築の通し柱と言ふものさへ四方から枘孔を開けられて著しくその強さを減ずるのは言はずもがな、柱と梁との接合は單なる杢差しであるから、震動にあつては枘が抜けたり或は折れたりするのが當然であるのに、柱と梁との接合は柱に孔を開けず短冊ボールトとかブラケット・アングルの如きものを用ひて兩者を固定すると言ふ様な、極めて簡單な考案さへもわが國の建築には採用せられてゐないのである。

這般の震災の跡を訪ねて倒潰家屋は何れも上下動のため潰れてゐるのを目撃したのであるが、上下動に對しては

柄差し接合の如きは最も危険である。それから梁には可なり大きい木材が使用してあるのに柱の寸法が之と均衡を失して小さい事や、日本家屋の常として窓が多すぎる事や、柱と柱との間には窓のない場合でも別に筋違を施さず、壁で以て塞いで置くに過ぎない事などは、著しく建築の耐震性を弱めるのであつて、激震地に於ても寸法の大きい所謂大黒柱を立てた様式のものには倒壊を免れてゐるのが少なくなつた。

わが國の住宅を凡て耐震耐火鐵筋混凝土建築に改める事は到底望めないとすれば、從來の木造建築であつても之を耐震的に改める事は焦眉の急であると共に建築家の責任である。その工法一にして足らずと雖も余が上にサジェストした諸點だけでも建築の耐震性を増す上に於て多少の効能はある事と信ずる。

震災と鐵筋混凝土

世に耐震構造の優なるものとしては何人も鐵筋混凝土を

推す。余も亦しかく信ずる者ではあるが、それは完全なる設計と施工との上に立つた鐵筋混凝土構造を指すのであつて、唯混凝土の中へ鐵筋を入れさへすれば、假令それが如何に不完全な混凝土であり。如何に亂暴な設計によつたものであらうと、苟も鐵筋混凝土と名のつく以上は、絶対に地震に對して安全であるなど、妄信してはならないのである。不幸にして鐵筋混凝土は左様な神祕的な靈驗は持つてゐないのであるが動もすれば世人は鐵筋混凝土に對して過當の信を置きたがる嫌がある。

關東の震災前に湘南の地に鐵筋混凝土の別莊を作つて喜んでゐた人が、あの地震で押し潰されて悲惨の最期を遂げたと言ふ話があるが、今度の震災でも與謝郡山田村にある東京電燈（元三丹電氣を買収）の鐵筋混凝土造變電所が破壊してゐるのを見たのである。此の建物は平屋建てで屋根はスレート葺きであつたが、柱と言ふものがなく周圍の壁は鐵筋混凝土版を恰も屏風の如く建て廻らしたに過ぎず、且つ鐵筋の配置も亂暴であるし混凝土そのものも最劣等の

材料と施工とに成つてゐる事が認められたのである。その竣工は大正九年四月と言ふ事であるからあの雪の多い地方で冬期混凝土を施工したと見えて、その破片を手にとつて見ると凍結の跡歴然として完全に硬化してゐないのである。斯の如き鐵筋混凝土が若しも倒潰しないとすればそれこそ不思議の極と言はねばならない。

此の建物を見た結果かどうかは知らないが、震災地を視察した中央氣象臺の某技師の談に、これ程の震度に對しては鐵筋混凝土と雖も一たまりもないと新聞に見えたのは、鐵筋混凝土の如何なるものなるかを知らない素人の觀察として強ち咎む可きではあるまいが、鐵筋混凝土と言ふ名前に奇蹟的な信用を繋ぐ事の危険なると同時に、完全なる鐵筋混凝土の耐震力に關して世人に疑問を抱かせる事は同時に禍ひである。

余は確信する。完全なる設計と完全なる施工とに成れる鐵筋混凝土は地震に對して絶對に安全である。と同時に不完全なる設計と不完全なる施工とに成れる鐵筋混凝土は地

震に對して最も危険であると、

先年の震災の結果但馬の豊岡や城の崎地方には鐵筋混凝土が流行して『三角バー』とか呼ばれる如何はしいものが盛んに用ひられてゐる様であるが、それらの建築は通り縋に一寸見たゞけでも非常に危かしいものが少くなかつたのである。

『鐵筋混凝土は素人でも誰でも造れますよ』

『三角バーを入れさへすればどんな地震があつても大丈夫だ相ですよ。』

かうした話柄を耳にする毎に余は竊かに眉を顰めざるを得ない。

大工や石工が落札して建てた鐵筋混凝土建築が無知なる世人によつて金城鐵壁と頼まれるとしたならば、その結果は之を豫想するだに我等をして慄然たらしめるものがあるではないか。

余は繰返へして言ふ。鐵筋混凝土は地震に對して最も安全であると共に最も危険であると、要は世人が此の構造に

關して正當なる理解と評價とをなし得ると否とに係る。

三月七日午後六時半京都府下、與謝、中、竹野、熊野四郡を襲つた激震の跡を訪れると共に、京都、兵庫、鳥取、大阪の二府二縣を視察して、歸來その見聞の結果に基きて感ずる所あり。此の一篇を作る。(一九二七・三・二二)

瀝青鋪道混合物試験に就て

内務技師 永 峰 尙 次

現代の交通より受くる「ストローレス」に堪え、最も「ヂュラブル」なる瀝青鋪道を建設せんに、「スタビリティ」大なる即ち外力による「デスプレースメント」に抵抗大なる混合物を使用するは最も重要な點である。勿論鋪道の「ヂュラビリティ」を増すには其の鋪設劑の「スタビリティ」大なると共に、衝撃及磨耗抵抗の大なるものたるべきは云ふ迄もない。

自來瀝青道の缺點としては温度の影響大に、夏季に於ては比較的柔軟となりて交通により膝行を來し、波狀を呈す

る事及び嚴寒に際しては硬化して衝撃抵抗を減じ、且つ、「クラック」を生じ易いと云ふ點である。

然らば比較的完全なる鋪道としての瀝青混合物は如何なる配合のものであるかといふ問題に對し、之を小規模に試験室に於て比較するに、理想的の裝置は先づ現在に於ては見出せないのである。勿論道路の如き外界の影響多く、且つ鋪設地方により之れを異にすると云ふ複雑なものを簡單に試験室で解決しやうとするは極めて無理な注文であるかも知れない。然し之を實際の經驗結果に求めんには可成り