

# 道路・橋梁の震害と其の對策

内務技師 三浦七郎

## 一 緒 言

九月一日の大震大火で、蒙つた未曾有の大災害の如きは、如何なる強き想像力を有するものも、到底考へ得ざる大慘事であつた。午前十一時五十八分、その刹那の凄まじき大地の

震動と共に、或は前後或は上下に搖がされ、大厦高樓も一瞬にして潰滅し地は裂けて水を噴き、人は屋梁に壓されて死し、その混亂せる光景よく筆舌の盡すところでない。さしも

榮華を誇つた東洋一の都會大東京も、僅かに二夜三日にして燒燼し、荒漠たる焦土と化してしまつた。横濱市の如きは、殆んど都市として再興の困難な程の全滅的破壊を受け、横須

賀、小田原、鎌倉、湘南、房總地方一帯に殆んど致命的大損害を與へた。東京市のみでも、燒失面積二・二五万里、燒失戸數二九二、七二〇戸、横濱市では家屋燒失面積二、八〇〇、

〇〇〇坪、倒潰面積一、一〇〇、〇〇〇坪を算し、住宅・營業所、工場、諸官衙、學校の燒失、交通機關、水道、瓦斯其

他土木工事の損害は、帝都だけで百億以上で、又十萬に近い生靈を失つたのである。右の外帝國大學の圖書館。研究室を始め各種の専門學校、及び官廳の燒失したことは學問上の材料、調査研究の寶庫を一時に消滅したので、我國文化の受けたる打撃は、今後數十年間は殆んど恢復し難いだろう。

此の大災害は、吾人に取つては無限の悲痛であり又最大の恨事であつて、心魂に徹する痛みを受けて居る。然し翻て考ふれば、亡き東京は決して謳歌すべき都市ではなかつた、三百年の徳川文化と、五十年の明治文化の生んだ民族固有の都市ではあつたけれど、大都會としての體裁、衛生、保安、交通等に對する様々の缺陷がありはしなかつたか、市民に於て平素の用意に缺くる所がなかつたか、近年都市計畫が企てられ、市街地建築物法が施行されたが、舊東京の多くの缺陷を

是正するには余りに短日月であつた、丸の内に聳えてゐる高層建築の構造も、米國に比し遙に發達して居つたとしても、耐震的には尙十分研究すべき余地があるだろう、滑らかに自

動車を驅るために街路の舗装は企てられた、然し橋梁を不燃質材にして火災に備へる事は忘れられて居た、水道が断れなかつたら、電信電話が通じたなら、道路が最少し廣かつたら公園が澤山あつたら、後から／＼と其の缺陷が悔まれる。寔に今回の震災火難は神意の啓示ともいふべきもので、吾人は此等の缺陷を補正し、技術上諸種の點で耐震耐火の研究をなし我國獨特の技術を發達せしめ、後世再びかゝる災害に遭遇せしめざる工夫をなすことは、所謂禍を轉じて福となす所以であらう。

## 二 地 震 史

我國では天武天皇の白鳳七年十二月に、九州地方に大地震を生じたのが、有史以來最初のものであつたらしい、夫れから聖武天皇の十七年五月から翌年まで、近江に度々地震が起つた、平安時代から地震の慘害が著しくなり始めた、平城天皇の大同元年、會津磐梯山の破裂及び清和天皇の貞觀五年越後の大震を始め、貞觀六年五月富士山大噴火して大震災を伴つた、次で鎌倉時代に入つて正嘉元年五月、關東一帶の震災は最も甚だしく、其の内でも鎌倉が一番其の影響を受けて災厄の犠牲となつたものが二萬余人に及んで居る、其の後三十余年を経て永仁元年四月に又地震があつて、鶴岡若宮、大慈寺、建長寺など倒潰し、死者二萬三千以上に達した。吉野

時代、室町時代、桃山時代にも地震はあつたが余りひどいものはなかつた。愈江戸時代に入つては地震が頻出して、元祿十六年十一月二十二日の深更武相及房總の大震で、家屋は怒濤に弄ばれる船のやうに東西に動搖し、地は二三寸乃至五六尺も裂け、砂や水を吹出し、江戸の死者三萬二千余に上つた。房州方面は大地隆起のため一里余も于瀉になつて仕舞つた。安政元年の夏は伊賀、伊勢、奈良、秋には東海道及び南海道に起り、次で二年十月二日夜江戸の大地震は、其の烈さに於て元祿の比でなく、江戸開府以來の最大のものであつた、地震と共に二十四個所から火が起つて、煙焔全市に滿ち修羅地獄の光景が三日間續いて、死者は市内三千八百余人であつたといふ、此の時の災害も市内は本所、深川、下各、淺草、神田等の地盤の弱い所に多く、山手方面は至つて輕微であつた、其の時の地震の強さは○・四であつた。明治になつては二十一年七月磐梯山の噴火があり、二十四年十月廿八日には濃尾大地震があつて、岐阜全縣では死者四千五百、傷者七千、倒潰家屋四萬戶、半壞家屋一萬千戶、燒失家屋五千戶に達した、二十九年七月三陸大海瀆は、濃尾地震に劣らない悲惨を極めて、死者二萬二千、傷者四萬四千、家屋の流失、倒潰一萬三千戶に上つて、如何に殘虐であつたか想ひやる事が出来る、大正十年十二月八日同十一年四月廿六日の地震は、我々の記憶に新しい處である。

外國にも大地震の慘害は屢々あつた、近い例では明治三十九年（一九〇六年）四月十八日桑港の大地震では、三晝夜半に亘つて全市の半分を焼き拂ひ、焼失面積約二百八十萬坪財産上の損害二億五千萬弗、家を失ふもの三十萬人（當時の人口四十五萬人）死者約一萬人を出した、明治四十一年十二月廿八日伊太利メツシナ大地震は、桑港より其の損害更に甚だしく、人口十五萬の内約半數七萬の死者を出した。是等は家屋建築の方法が甚だしく粗惡であつた結果であるが、何れも地震の強さ及範圍から見て此度のより遙に小さかつた。

### 三 橋梁の被害

有史以來未聞の地震で東京、神奈川、靜岡、埼玉、千葉、山梨の一府五縣の蒙れる災害の程度は次の通りである。（主として道路、橋梁、河川、堤防、用惡水路等）

|     |            |
|-----|------------|
| 府縣名 | 被害金額       |
| 東京  | 二、六八四、〇〇〇圓 |
| 神奈川 | 二〇、〇〇〇、〇〇〇 |
| 靜岡  | 二、六九〇、〇〇〇  |
| 埼玉  | 七〇六、〇〇〇    |
| 千葉  | 二、二一三、〇〇〇  |
| 山梨  | 二、五一五、〇〇〇  |

今震災地方に於ける地震の強さを次に示さむ。

### 道路・橋梁の震害と其の對策

（此場合の地震の動きは、地動の加速度を、地球重力の加速度で除した商である）

|       |      |      |
|-------|------|------|
| 個所    | 上下動  | 水平動  |
| 山手    | 〇、一〇 | 〇、一〇 |
| 本川、深川 | 〇、二五 | 〇、二五 |
| 丸ノ内   | 〇、二〇 | 〇、二〇 |
| 横濱    | 〇、一〇 | 〇、三〇 |
| 馬入川附近 | 〇、二〇 | 〇、四〇 |
| 小田原   | 〇、二〇 | 〇、四〇 |
| 鎌倉    | 〇、二〇 | 〇、四〇 |
| 箱根    | 〇、一五 | 〇、三五 |
| 靜岡    | 〇、一〇 | 〇、五〇 |
| 三島    | 〇、一〇 | 〇、一〇 |

（一）此の震害中最も悲惨を極めたものは、一號國道酒匂橋であつた。（第一圖）其の橋軸の方向は北より東に三十度、地質は沖積層である。

大體の構造を示せば、

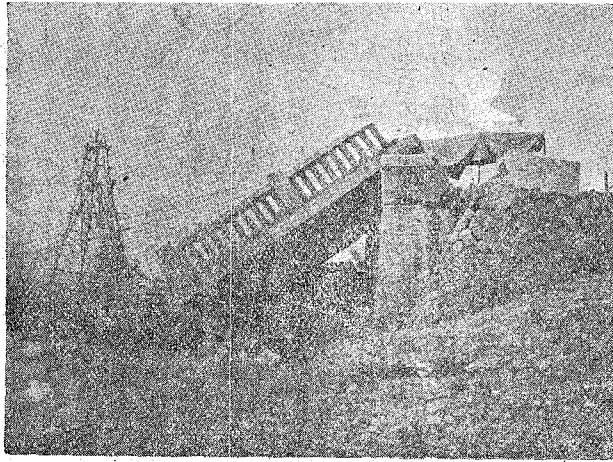
|       |                   |
|-------|-------------------|
| 橋體、橋脚 | 鐵筋混凝土             |
| 橋臺    | 混凝土               |
| 橋長    | 百九十八間（一經間三十六尺、鐵筋） |
| 有效幅員  | 二十四尺（混凝土桁橋 三十三連）  |

起工 大正十年六月

竣工 同十二年七月  
 施工方法 神奈川縣直營  
 工費 二十二萬八千圓

震災後の状態。取付道路は其の中心線の方向

第一圖ノ一



酒 匂 橋 左 岸

(橋軸と同方向)に數條の地割を生じ一體に陥没して原形を止めない又其の内に埋設せる經間十尺の鐵筋混凝土溝橋も橋臺(混凝土)には大罅裂を生じて破壞傾斜し。床版は墜落して居る。

(第二圖) 橋梁の兩

橋臺は、其の天端より約三四尺の所に、略水平に大割裂が出来、袖石垣も大部分は缺脱した、橋脚は全部破壊或は倒潰し

第一圖ノ二



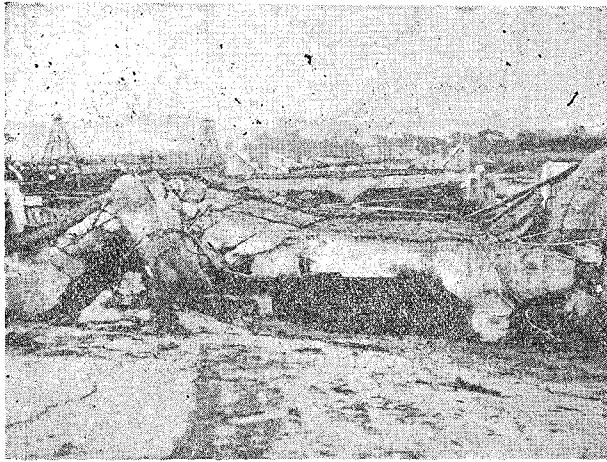
酒 匂 橋 右 岸

墜落し其の一部は水中に陥没して片影をも認められない位である。(二)一號國道馬入橋は丁度施工中であつたが是も非常な被害である橋體、橋臺、橋脚の構造は酒匂橋と全く同一である。

橋 長 三百四十二間  
 有效幅員 二十四尺  
 一經間三十六尺、鐵筋  
 混凝土桁橋 五十七連

起工 大正十一年六月  
 工費 三十九萬三千圓

第一圖ノ三



柱三本建てよりなり、井戸枠を基礎とし上部は鐵筋混凝土繫材で、連絡を保たれて居るに過ぎなかつたが、其の繫材は

道路・橋梁の震害と其の對策

酒匂橋々體墜落の狀況

橋軸の方向

は東西にして東岸付橋脚は略峻功し中央及西岸付は橋脚基礎棒を下け終つた所で、未だ鐵筋桁を架設しない内に地震に見舞はれたのである。橋脚は頭部一尺五寸角、根部三尺角の鐵筋混凝土

第三圖(一)に示す如く全部切斷されて、鐵筋が露出して居る又井戸枠も第三圖(二)の如く甚だしく移動傾斜し、西岸付橋

第二圖



て橋體墜落し交通不能となつたものが多い。震災前の橋梁數 二百六個所

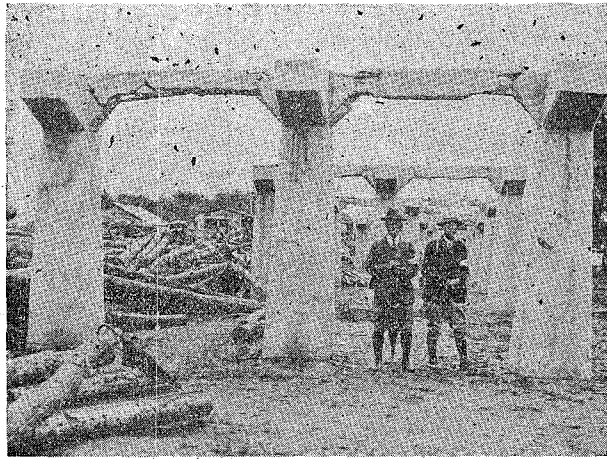
取付道内溝橋破損の狀況

臺は約十五度傾いた。

(三)横濱市内の橋梁は除いて他は殆んど、震害を受けぬも溝のは無いと言つて宜い位で、取付附近亦陥没したるもの妙ながらず、就中橋脚を設けたものは其の挫折に依つ

被害 數 七十四個所

内 墜落六、全燒四四、橋板燒失一一、橋臺橋脚破損二三、  
第三圖ノ一



突張られ橋臺の頭部が挫折されたものがある、例へば月島の  
初見橋、月島橋、芝浦埋立地の竹芝橋、船路橋の如きは橋臺

馬入橋々々脚破壞の状況  
（四）六郷川  
に架せる京  
濱電車橋の  
橋脚は、第  
四圖の如く  
拱と井筒と  
の連結個所  
に大破損を  
生じた。  
（五）東京市  
内では、橋  
軸が震動の  
方向（主に  
南北）にあ  
るものは橋  
臺が前後に  
動搖された  
爲、橋桁に

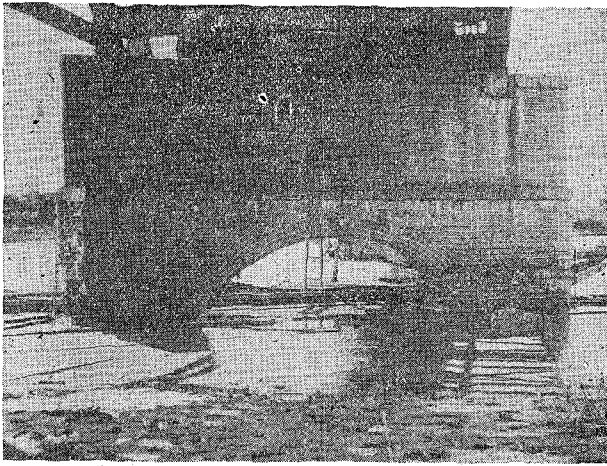
成して、殆んど其の交通を開始せんとして居たが構橋の兩端  
エンドポストには大分變形が見える。又下部綾構の兩端分格  
に於けるものは皆切斷されて、中央に近づくに従ひ破壊の度  
も少ない橋脚は二本の井筒を煉瓦巻き混凝土拱で連結し、一



が前方に迂り出したので、アンカーボルトが剪斷されて居  
る。又橋軸が震動の方向と直角にある場合は、上部構の綾構が  
破壊したのが多い。吾妻橋は平行弦を有する下路橋であつた  
が、改築の豫定で複線軌道及五尺幅の人車道を有する假橋完  
第三圖ノ二同 桝 傾斜の圖

體として造り上げたものであつたが、拱の左右の肩の所に龜裂を生じてゐる。

第四圖



京濱電車六郷川橋脚破損の圖

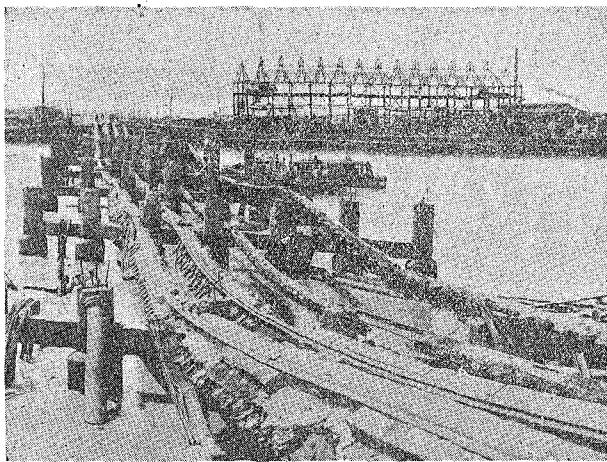
隅田川五  
大橋中完全に残つたのは新大橋一つで、兩國橋の歩道は之に木材縦桁を使用してあつたので全燒し、車道だけは辛うじて残つた、永代橋既橋も主構の鐵材以外は總て木材を使用してあつたか

ら、全燒の悲運に陥つた。  
此の外、東京市長の管理に屬する橋梁は、約七百個所である。

道路・橋梁の震害と其の對策

つたが、其の内約三百個所と、市長の管理外のもの約百個所計四百個所位の橋梁が燒失してしまつた。勿論東京では直接地震の爲め

第五圖



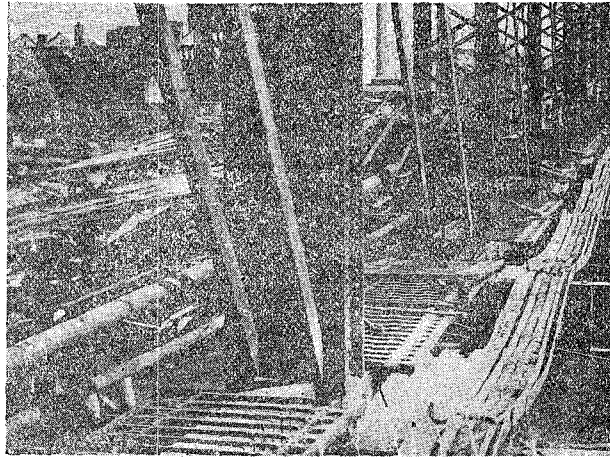
相生橋の失火の圖

墜落したものはなく火災の厄を蒙つたものとみである  
拱橋には地震による被害が殆んど無い例へば一石橋昌平橋の如き鐵筋混凝土橋、及吳服橋、京橋等の鋼橋は勿論、日本橋の如き混凝土橋の問題である。

凝土橋でさへ何ともなかつたことは、非常に興味ある問題である。

(六)九號國道中荒川に架せる戸田橋(木造桁橋)は兩橋臺の所で約一尺陥没し一時交通が出来なかつたが、本橋は東京埼玉間唯一の

第六圖



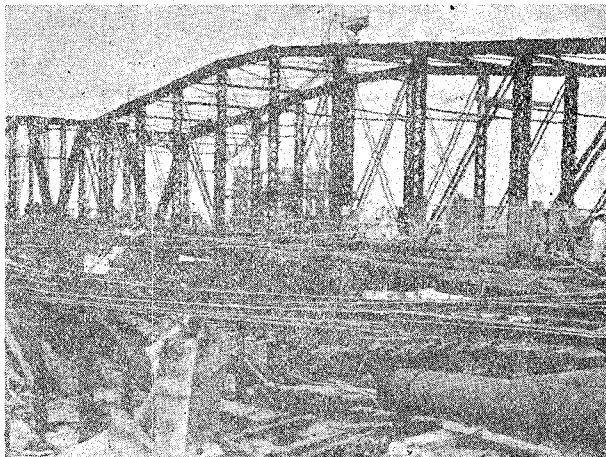
た、東北本線荒川鐵橋は中央部に於ける橋脚數基が五尺以上沈下した爲、橋梁大傾斜をなし汽車は不通となつた、その當

永代橋の失の圖

玉間唯一の連絡道路に  
ある爲若し  
この橋が墜  
落せば京濱  
羅災民救助  
は、到底滿  
足に出来な  
いと言ふの  
で、埼玉縣  
で應急工事  
を施して三  
日から開通  
する様にな  
つた。  
(七)鐵道橋  
にも仲々の  
被害があつ

時の汽車は只東北本線、中央線のみが唯一の頼りであつたら、若し此處幾月も汽車が不通となつたら、乗客は河口赤羽、驛間、徒歩

第七圖



國道馬入橋の下流に架設せる東海道線鐵道橋(七十呎桁橋、複線二十八連)の上り線は、川の中央では杭打基礎工、其の

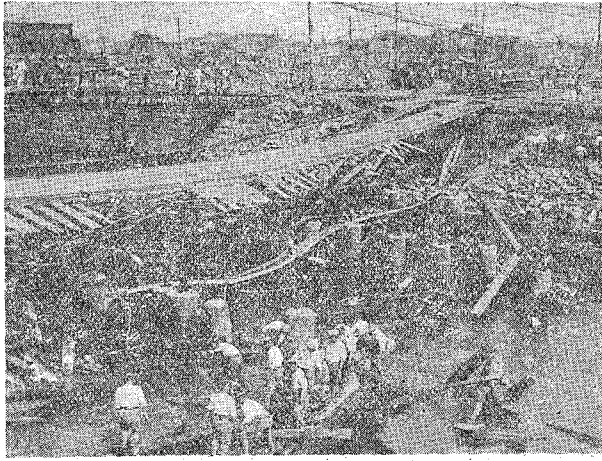
兩國橋の失の圖

京市民の糧食は直に缺乏して一大事になると言ふので、鐵道省でもこの方面には全力を集中して應急工事をやつたので、四日朝から辛うじて徐行し得る様になつた。



兩端及び下り線は全部井筒基礎工でテ、ボディは煉瓦積であつたが震災に依つて、上り線は左岸橋臺より第四橋脚まで下り線は第五

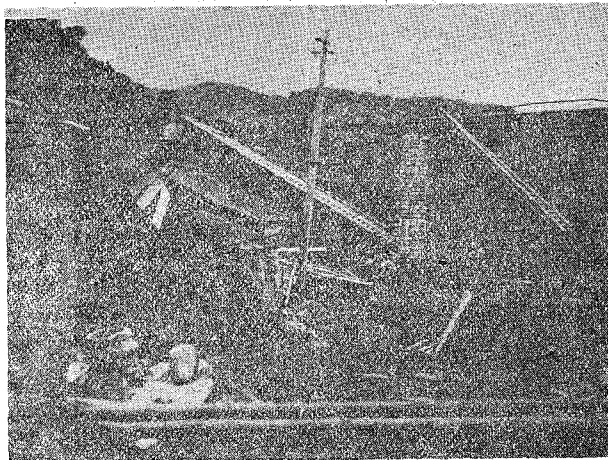
第八圖



橋脚まで原形を維持し右岸橋臺の辛うじて倒潰を免れたる外、爾余の橋脚は總て中部より挫折倒壊し鉸桁は悉く下流に振り落されて居る。之は鐵道省必死の努力により假橋脚上に墜落鉸桁を

府川の鐵橋（延長二百間）は、根府川驛及び根府川の民家百五十戸と共に山津波による崩落土の内に跡方もなく埋没したその爲めに

第九圖



小田原眞鶴間は殆んど腹舊の見込みが立たず時恰かも根府川驛のホムに着せんとした小田原驛發の列車は、轉落して海中に墜落し、乗客百六十名の内四十名を除く外悉く溺死し凄慘の極み

引き揚げて架設し、十月廿一日單線の開通を見るに至つた。熱海線は震災の最も激甚を極めたもので、小田原、眞鶴間根

を盡した。同線中石橋山古戦場の附近にある石橋も下流側の鉸桁は悉く墜落した。橋脚にも數ヶ所に龜裂が入つた。

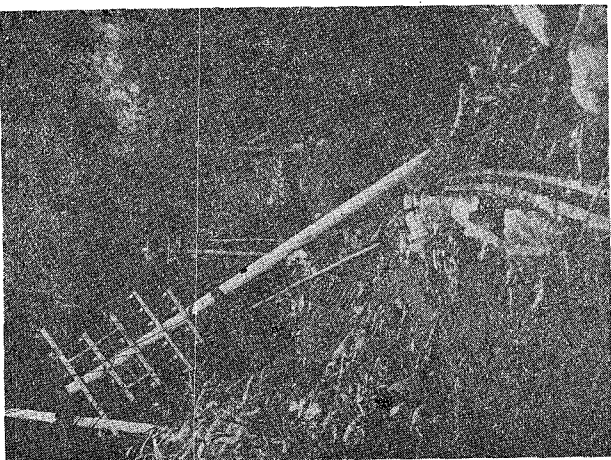
#### 四 道路の被害

東海道線中保土ヶ谷、戸塚間、戸塚、藤澤間等には路面の陥没、龜裂を生じたもの及び路上崩落土の爲、一時交通不能となつた箇所は所在に見受けられた。箱根山道の内小田原、湯本間亦路肩の一部缺壊し、一部は片側法崩落のため埋没せられて路幅狭小となり、辛うじて交通を續けて居つた、湯本宮ノ下間は至る處に山津浪が起つて道路を崩潰し、山一體に迂り出した處もあつて、靄深く立ち罩めたる春の朝、深澄の秋の空に濃く彩られたる木立の紅葉に、天下の名勝を誇つた箱根山道も全く交通杜絶となり、各温泉宿の大層高層は悉く破壊され、歡樂の巷は全滅して所々に残壁破牆の蕭條として峙てるのみである。宮ノ下、箱根間、箱根三島間には大した被害もなかつた。

小田原、熱海間の縣道も箱根と同様に、海岸の山腹を通つて居たから崩壊も甚だしく、殆んど残跡を尋ねる由もない位になつてゐる、其の中途にある根府川は高さ貳百七十尺延長十七町に亘つて崩落し、一村の大部分が埋没されて、一家全滅が八戸、七十の老人と二三歳の小兒のみが取り残されたのが十八戸あると云ふ程である。静岡、神奈川縣界附近の特一號國道、及び御殿場より厚木に行く縣道も大分の損害である

この外熱海伊東間にも相當の被害があり、埼玉縣に入つては河口、熊谷、粕壁方面、千葉縣に入つては内房地方、山梨縣

#### 第九圖



箱根宮ノ下停留場附近軌道破壊の状況

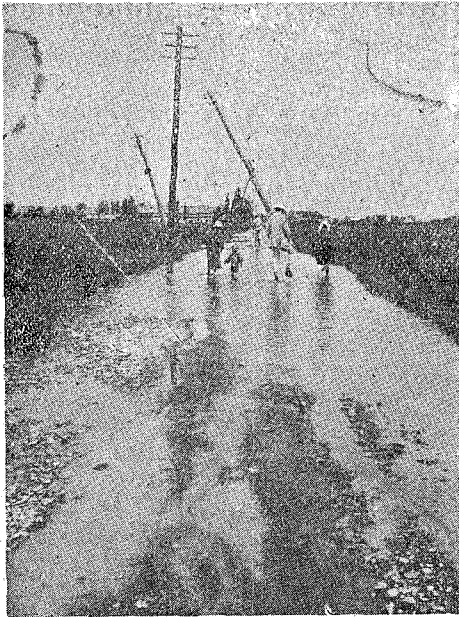
では花輪地方に地割陥没を生じた。東京でも丸ノ内宮城前に大龜裂を生じて一二尺陥没を見た、大曲停留場附近は石垣が河中に迂り出で路面には大割裂を生じ、路肩より一二間は全部陥没した様な状態

で地盤の軟弱な處は相當の震災を受けた様である。

## 五 道路橋梁破壊の原因

(イ)橋梁。從來橋梁設計上主として考へ來たつたものは垂直荷重としては死荷重、活荷重衝擊、水平荷重としては風壓、横

第十圖 山梨縣中巨摩郡花輪村地内道路陥没狀況

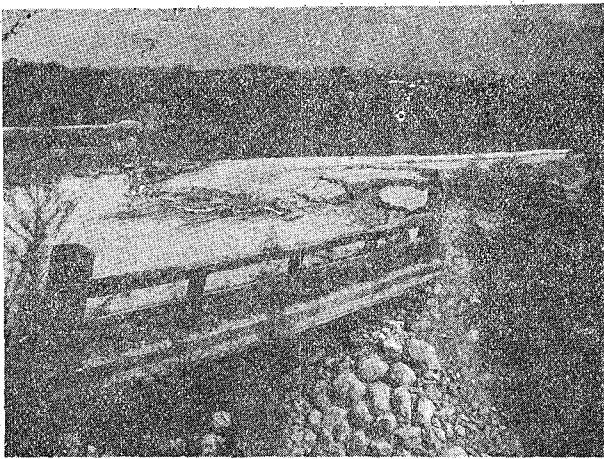


震動、遠心力、制動荷重、及び此の外に溫度變化で、下部工に對しては土壓水壓、流材壓をも取つて居つた。是等は應力計算上の要素となるべきものであるから、其荷重を如何程に取るか。

道路・橋梁の震害と其の對策

如何様に組み合わせるかと云ふ事に關しては夫々問題もあり意見もあらうが、總て是等を考慮することには誰も異存はない。

第十一圖



山梨縣東八代郡石町和長橋破損狀況

然し尙一步進んで今一つ重要な問題を攻究することを忘れて居たのではなからうか。地震史にも述べた通り我國は世界一の地震國で古來幾多の震災に遭遇して、幾多の犠牲を拂つて居るに拘はらず、

西洋文明を其儘輸入したゞけで、之を我國に最も適應する様に研究が足りなかつたのである、譬へば建築の方で云ふなら

地盤が良くとも相當の耐震的構造にする必要がある、況んや地盤の悪い地方に於ては完全な耐震構造を行はねばならぬ、帝都の誇りとした丸ビルは龜裂を生じ郵船ビルは大破し、東京會館は傾き、落成間際の八階建内外ビルヂングは、上から下までベチャンコに押し潰されたのは、大なる教訓を與へて居るのではなからうか、乍併建物に對する脅威は、獨り地震ばかりでなく、火災も一層甚大なものがある、從來及び今次の例に依つても、火災の方が遙に猛烈なる征服者であることが強く感ぜられた。土藏造りの家の脆かつたこと、煉瓦塀、石燈籠が殆んど破壊したこと、瓦葺の家が倒潰が尤も多いこと、木造家屋の燃え易いことは頭に入り過ぎる程印象せられたが、かゝる人命の脅威者を幾百年の間、我が地震國で改めずに来たことは、殆んど理解の出來ぬことである。

橋梁に對しても地震國に於ては、横荷重として必ず地震を考へねばならない。而も其の地震たるや從來考へ來たつた水平動ばかりでなく、この外に破壊に大影響を有する上下動をも、深く念頭に置かねばならないと云ふことが明になつた。以前には工作物の耐震力は殆んど計算しなかつたけれども、輓近に至り大抵の場合は、其の地方に應じた震度を以て耐震計算をなすことにして居つたが、其の豫想震度が少なかつたこと、及び上下動のために工作物自體の重量が軽くなり、或は衝撃を受くること等に關して餘り研究しなかつたことが、

今度の破壊を招いた主因であらう。例へば混凝土橋臺で鐵筋床版を支承せし溝橋に於ては、橋臺と橋床間に何等の連絡が無い爲、橋臺の耐震力が不足で遂に龜裂を生じ、或は迂り出し、或は傾斜して床版を振り落すに至つた。又馬入橋。酒匂橋の如き橋柱は其の頭部連結用繫材と共に、恰も榫構の如き作用を受け、水平動に依り柱の頭部、根部及び繫材の兩端近くに、少なからざる負彎曲率を生じたのであるが、柱の方は充分の耐力があつたけれど、繫材の方は不幸にして寸法が小さかつたので、負彎曲率に抵抗し能はずして切斷されたらしい。特に酒匂橋の如きは、水平動に猛烈なる上下動が伴つて來たから、上下動に依つて一端上に蹴揚せられたる上部構が、少し傾いた橋柱上に墜下して、悲惨にも床版は柱のために貫通され全壞の状態に陥つたのであらう。

飯桁にあつては橋臺橋脚の震動の爲アンカーボルトが剪斷されて墜落したものが多し。又ベッドストーンが離脱せるもの或は龜裂を生じたものもある、前者はボールトが弱すぎた爲、後者はベッドストーンが弱すぎた爲である。橋脚基礎井筒を拱で連結したものは、拱のスプリングの所に大きい罅裂が入つて居る。之は其の個所で二つの井筒の振動に耐ゆるだけの強さがなかつた爲である。然し罅裂を懼れて井筒の上に直接桁や構橋を載せたものは、拱の代理をなすエンドストラットが切斷されて居る、此の工法は常に橋梁自體に、

非常の無理を生ずることゝなるから避けねばならない、其の他の個所では多少部材が曲つたり切れたりしても、致命的とはならない、要するに地盤の軟弱なる所、基礎工法の不完全なるものに被害が著しいから、將來此の點大に注意しなければならぬ。火災の方は上部からと下部からと燒けた様である、前者は直接火が燃え傳はつて來たのや、家財を橋上に持ち運んだ爲之に飛火して、燃え出したことも其原因たるに相違ない、又意外とするのは、火の粉を避けやうとして橋下に避難した船の發火が其の原因の一となつて居ることである。之等の實驗成績に鑑みて、將來市内の橋梁はなるべく耐火的構造となす必要があるだらう。

(B)道路。大破壊を生じた處は、箱根にしても熱海線にしても、溪谷或は山腹を片切りにして築造せし所が多かつた、主として斷崖の所であるから、波浪や風化のため山脚は漸次浸蝕せられ山腹も亦次第に急勾配となり、辛うじて安定を保つて居つたものが、一朝地震に際會し、上下動、水平動に依り土砂の内部に存在する摩擦抵抗力と粘着力とを破られ、安息角が激減した、めに、法は崩潰し或は地割れを生じたこと、思はれる。盛土個所でも同一の理由で主として縦の龜裂や大陥没を生じたのである、酒匂橋取付道路の如きは、其の最も激甚なるもの、好適例である。又道路の法留或は擁壁に用ひたる石積の缺脱若しくは倒潰の爲、路肩に龜裂を生じ沈下せ

るものもある、此の原因は、法勾配が急であつたこと、地震のため裏込材の安息角が少くなつたこと、石垣自身の重量が上下動により輕くなつたこと、地震の水平動が土壓以外に加はつて、水平壓が非常に大きくなつたこと等を擧げることが出來やう、地盤の悪い處程道路の沈下、地割れの激しいことは勿論である。例へば相模川、花水川、酒匂川等の堤防は尤も著しいもので、地割れの上幅八尺、深さ九尺に達した所もあるそうである。櫻で有名な熊谷の土手も大分の龜裂を見たが櫻の木だけは傷めない様に修理する事になつて居る。

## 六 地震に關する設計の對策

未曾有の慘劇を生んだ今回の様な地震が、將來起るや否やと云ふことに就ては、地震學者の間にも種々の議論の存する所であるが、不幸にして世界一の地震國たる我國では、其時期に就ては的確に何時と云ふ豫知は到底出來ないとしても、相當に強い地震は必ず將來起るものとの覺悟を以て、吾人は本邦特有の構造學を研究し對策を講せなかつたらば、今回の地震で一々眼の當りに我々が體驗したことを、再び後世の人が繰返すの悲運に陥らであらう。

自然と人間との鬭争は今に始たこととなく、有史以來吾等の祖先が自然に對する不斷の争鬭を續けて、或る時は敗北し或る時は勝利を得て、幾度か征服せられ幾度か征服し、徐々

に人間の實力を發揮して遂に今日の文化を建設することを得たのである、所が此度の震災に逢ふて、二十世紀の文明を誇つた東京横濱を始め、其他の都邑が大自然との戦に脆くも地に塗れたけれ共、一敗永久に征服せられて再舉するに能はずと言ふが如き意氣地なしではいけない、技術的方面に於ても亦其受けた打撃は並々の事でない、今や我々は未曾有の無慘な試練の前に立たされて居る。此困難に打勝て完全な文明を建設し、將來に悔を貽さぬ様、充分の覺悟と努力をしなければならぬ大切なる秋である。

或人は謂はん、數十年に一度百年に一度襲來するが如き烈震に對し、耐震構造となすが如きは不經濟の甚だしきものであると、然し此度の地震で總ての文明の器具、機械、交通機關は破壊され、食ふに食なく乘るに車なく、地方への通信はもとより夜は暗黒の裡に曉を待ち詫びた苦難の事を考ふれば如何にもして震害を軽減し、之れに對抗策を案出するは吾人の大なる責任であると自覺せざるを得ない。夫も耐震構造のために巨費を要する場合は兎に角、左もなくて大した工費を投ずる事なくして、相當満足の結果が得らるゝものとせば、敢て異議を狭む人もあるまい否大に歓迎すべき事であらう。實際從來の經驗に徴しても、土木工事に於ける構造物は、耐震となす爲め特に莫大の増額を要した様な場合は殆んど皆無と云つても宜い位で、此點は大いに意を強ふするに足るので

ある、以下耐震構造に就て少しく研究して見やう。

第一 地質と震度とは離るべからざる密接の關係を有するものである。地盤の良い所は震度が弱く地盤の悪い所では震度が強い。今回の地震でも山の手では震度が〇、一五—〇、二〇であつたのに引返へ、下町では〇、三〇前後であつた、即ち下町殊に本所深川方面其他地盤の悪い所は震害頗る激烈であつた、之れに反し山の手方面は被害少く、殆んど全く被害の無い家もある位である。従つて將來構造物や道路を作る所は、地盤の良い所を撰擇する事が最も重要であつて、夫が爲建設費に裨益する事が多大であらう。

第二 上下動に對しての耐震の計算をなす事は、何れ夫々研究も積まるる事と思ふが、今の所甚だ困難な問題であるから、極めて分り易く考へて置かう。例へば橋梁の如き下部構の上に載つて居るものは、下部構との連絡を完全にして、例ひ之を顛倒しても尙、上部構が落ちない様にと云ふ譯にも行くまいが、其何割かの力で之を押し上げるとしても、決して離れない丈の緊結の方法を取つて置き度いものである。之は次に述ぶる方法と相關聯して考究したい。

第三 橋梁の内鈹桁の如き、或は鐵筋桁の如きものは、横荷重より生ずる震動、及び轉置に抵抗する様に設計せねばならない。

第四 橋脚、橋臺が可なり高いとき、或は地盤が殊に軟弱

なる時は、橋軸のボルトが切斷し、ベットプレートが剪斷されて、鈹桁或は鐵筋桁が振り落された例に徴し、夫に對する充分の施設を要する、

つてボルト、ベットストーンが剪斷されざる様相當の工夫を要し、且つボルトのみを頼とせずして、他にラテラルサツボルトになる様な物を取付ける必要があるだらう。

以上の諸條件を満足するためには、鐵筋混凝土橋の如きは、なるべく單桁を避けて連續桁となすの必要がある。之は一面材料の節約になるので一舉兩得の方法である。鐵筋橋の如きは其性質上當然連續桁を用ふべきであるのに、地盤の良否を疑ひ、計算の煩鎖、施工の複雑を厭ふて、單桁となす設計が非常に多い、單に手数を省く爲になしたる事が、橋梁の運命を支配する様な結果になる事を思ふたならば、蓋し忽諾に附すべからざる點であらう。地質が非常に柔弱なる所では、基礎沈下の虞がある故、或る場合には單桁となすの己むを得ざる事情もあらう、左もなくば成るべく之れを避けた方が得策であらう、鈹桁や工桁の場合にも橋臺或は橋脚上に於ては、フイク



大正九年大震災。丸。内。大。亀。裂

## 第二十圖

上部構自身に對しては、單に綫構を丈夫にする位で別段補強をする程のこともあるまいと思ふ、橋臺、橋脚の如きは成る可く鐵筋を挿入する事にして、施工繼手の所には甚だしき缺陷があるのみならず、混凝土自身の性質が張力には甚だ弱いものであるから、其の大きさの割合に背の高い橋臺、橋脚には兎角張力を受け、従つて龜裂を生じ易く、尙一層激烈な張力を受くる時は遂に致命傷となる事が多い、鐵筋を僅か埋設する事は大した工費を要せずして、強度を増加するの効果が著しい様に思ふ。根入の深い橋脚は、往昔より二本の井筒を沈めて、其の上部を拱で連結したものが大分見受けらるゝが、

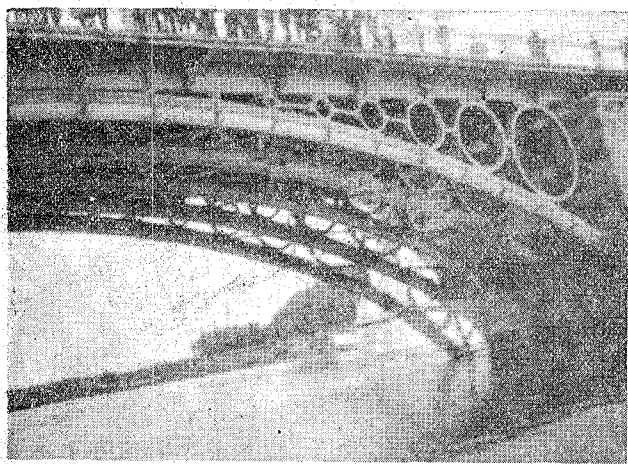
之は地震に對しては非常に抵抗力の無いものであるから成るべくは橢圓形一個の鐵筋井筒となした方が良好だらう、之れ

掘鑿の方が容易であるから、沈下費の方で大分工費が助かる様に思ふ、已むを得ずして二個の井筒を上部で連結する時は、其内に充分の鐵筋を挿入して、張力に對する抵抗を増加する様にしなければならぬ。

鐵筋混凝土の柱建て、或は杭を用ふる時之等は框構の作用をなし、柱の上端及下端附近と、繫材の兩端附近に可なり大なる負彎曲率を生じて、破壊の原因となる場合が多いから、充分の太さを保たせ鐵筋を挿入する方がよい。

火災に對する豫防としては、市内の橋梁は橋床を始め、各部材を總て耐火的のものとなす外はない、だらうと考へる。

耐震道路は如何に築造すべきかは實に難問題であつて、其解決は經費の關係上容易の事でないから、若し其道路が破壊した爲に直に交通杜絶する様な箇所、例へば盛土の所ならば路面に龜裂が入つたり多少の沈下を見ても、人だけは通り得るが、切取りの個所の



第三十圖

内兩側の斷崖が崩壊して路面を埋めるか、河岸に面した法が崩落して路面が大部分無くなる様な箇所では直に交通に大支障を來し。食糧輸送の途絶えて、數千萬の人々が飢に泣く様な事が無いとも限らないから、斯様の處では多少の犠牲を拂つても、完全なる工法を取らねばならない、之れが爲めには(一)切盛の法を緩にすること、若し夫が非常に高い時は成るべく小段を併せ設けること(二)土質の良好なる所を撰ぶこと(三)地盤軟弱なるときは搗き固めを充分になすこと(四)高き法留石積は成るべく避けること、已むを得ずして採用する時は練積にして法を緩にすること(五)路面排水を完全にして平素浸水の爲土質を柔軟ならしめざること(六)法面の保護をなすこと(七)沼澤地を横ぎり盛土をなさざること。

以上の諸方法に依り震害を輕減し得べき一手段とは考ふるも、尙最も經濟的にして有效なる築造法に關しては、充分考究の價値あるを信するのである。