



土木構造物の耐震に
関する研究資料第2

Technical Memorandum of the Public Works Research Institute

土木研究所資料

№ 531

Summarized Note on the Survey of the Damage of Engineering Structures Caused by Recent Earthquakes

土木研究所における震害調査

(Draft)

July 1969

昭和44年7月

The Public Works Research Institute
Ministry of Construction

建設省土木研究所

土木研究所資料

第五三一号

昭和四十四年七月

建設省土木研究所

ま え が き

我国は環太平洋地震帯に属し、世界でも有数の地震国であり、有史以来数多くの地震によって大きな被害を受けている。地震による被害は単に経済的損害のみに限らず、更に広い意味での社会現象としての損失も含まれ、その全体を把握することは容易ではない。

しかしながら土木構造物のような公共施設について、被害の調査およびその原因の究明を進めることは耐震工学の発展に一つの契機を与えるものであると思われる。

土木研究所に於ては、所自身として、ならびに各種の機関と協力して関東大地震以後、主要な地震に対して震害調査を行ってきた。戦前に於ける調査は数少いが、戦後は南海地震以後、土木研究所の各部門より調査隊を編成して総合的な調査が行われている。

震害調査に於て必要な事項としては、地震動、地質と地盤、各種の構造物の被害の様相および被害額などがあげられる。

本文では、今までに行われてきた震害調査の結果を上記の諸項目について要約したので紹介する。

1969年7月28日

建設省土木研究所

振動研究室

目 次

ま え が き

§ 1	震害調査一覧表	1
-----	---------	---

§ 2	震害調査概要	2
-----	--------	---

§ 1 震害調査一覧表

§ 1 震 害 調 査 一 覧 表

資料 No.	題 目	出 典	年 月
1	大正十二年 関東大地震 震害調査報告	第一巻	土木学会
		第二巻	(内務省)
		第三巻	復興局
2	三陸津浪調査報告	土木試験所報告	第24号 第27号
3	昭和21年 12月21日 南海地震調査報告	建設院第一技術研究所概報 16号	昭和23年 6月
4	昭和23年 6月28日 北陸震災調査報告	建設省土木研究所報告 第78号	昭和24年 3月
5	チリー地震津浪による災害をみて	土木技術資料 Vol. 2 No. 6	昭和35年 6月
	チリー地震津浪調査報告	土木技術資料 Vol. 2 No. 12	昭和35年12月
6	日向灘地震災害の調査報告	土木研究所報告第113号	昭和37年12月
7	北美濃地震による山地の崩壊について	土木技術資料 Vol. 3 No. 11	昭和36年11月
	北美濃地震について	土木学会誌 Vol. 48 10月号	昭和38年10月
8	東北地震震害調査	(I)	土木技術資料 Vol. 4 No. 10
		(II)	Vol. 4 No. 11
9	新潟地震調査速報	土木技術資料 Vol. 6 No. 7	昭和39年 7月
	新潟地震調査報告	土木研究所報告第125号	昭和40年 6月
	新潟地震震害調査報告	土木学会	昭和41年 6月
10	えびの地震災害調査報告	昭和43年度土木研究所 報告	昭和43年10月
11	1968年十勝沖地震調査速報	土木技術資料 Vol. 10 No. 8	昭和43年 8月
	1968年十勝沖地震による被害	"道路" 1968-11	昭和43年11月

§ 2 震 害 調 査 概 要

§ 2 震 害 調 査 概 要

資料
No. 1

大正十二年
関東大地震

震 害 調 査 報 告

第一卷 — 土木学会 —

第二卷 } — 復興局 —

第三卷

報告書概要

大正12年9月1日午前11時58分頃発生した地震によって東京府、神奈川県、静岡県、千葉県、埼玉県にかけて大きな被害をおよぼした。とりわけ東京市は被害が大であったため、復興機関として帝都復興院を発足させた、これが後に内務省復興局となった。

大正13年1月に土木学会に於て震害調査会を設け、第一部河川、灌漑、砂防、運河、港湾、第二部橋梁及び建物、第三部上水道、下水道及び瓦斯工事、第四部鉄道及び軌道、第五部電気関係土木工事、第六部道路の六部門に分け各部門毎に委員会を組織した。

この報告書はこれら委員会によってまとめられたものである。

地震

震源地は北緯34°45'、東経139°40'の相模湾内の海底の下にあり、その付近に多大の変動を生じた。

地震加速度は、震源より約70kmの横浜市で350 cm/sec^2 であり、東京では本郷、その他山の手方面では地盤が洪積層で震度は重力の1/1であるのに対し沖積層の下町方面では重力の1/4に達した。

地質・地盤

今回の烈震地である関東地方南部の基盤は第三紀層で洪積層がこれをおおっている。

房総半島及び三浦半島の丘陵は第三紀層を以て構成された小区域に火成岩が噴出している。これに対して平地は河川、海岸に沿い沖積層が分布している。

被害の様相

今回の災害を都市についてみると地震そのものの被害以上に、地震に引き続いて発生した火災による被害が大きかったと云える。土木構造物は河川、道路、橋梁、鉄道、港湾、上下水道などに多大の被害が出た。

被害額

	破壊家屋数	死 者	道 路	橋 梁
東京府	91,667人	334,609戸	678,604円	7,062,491円
内東京市	90,090	289,000	389,242	6,736,449
神奈川県	28,098	145,861	5,950,316	2,916,162
内横浜市	26,500	71,000	4,251,650	1,023,718
総 計	141,720	580,397		

鉄道損害額

69,839,130円

港湾損害額

横浜港 15,000,000円

横須賀軍港 20,000,000

河 川

東京府 1,787,147円

神奈川県 4,651,447

山梨県 1,628,396

埼玉県 1,387,157

千葉県 1,260,913

総 計 11,571,187

資料 № 2	三 陸 津 波 調 査 報 告 — 所 報 24号, 27号 —																																																							
報 告 書 概 要	昭和8年3月3日午前2時31分頃に発生した地震に伴う津波によって三陸地方は大きな被害をうけた。 3月3日より10日まで及び5月19日より6月4日までの間に於て、岩手、宮城両県について調査した結果及び今回の津波の性質及び勢力についての研究及び津波の被害軽減についての私見が述べられている。																																																							
地 震	震源地は東経144.6°、北緯39.2°の地点で水深7kmの海底付近である。最大加速度は400~500mm/sec²程度で、中央気象台の地震スケール5⁽¹⁾即ち強震に属する。 この地震は他の一般地震にくらべ主要動終期に於ける周期が著しく長い、三陸地方に感じた地震も極めて緩慢な振動であったとの事で津波を伴う地震の特長である。																																																							
津 波	北海道、青森県、岩手県、宮城県及び福島県の太平洋に面した沿岸に於て地震後約30分に襲来した津波の高さは、最大29mで、その周期は最初の四つの波の平均で、八戸、気仙沼10~12分、釧路22.5分、東京、清水70分であった。																																																							
被 害 様 相	地震による被害はほとんどなく、道路切取部の崩壊があった程度である。 津波による被害は、北海道、青森、岩手、宮城、福島の各県に及び、被害町村数は合わせて70であった。 この地方では明治29年6月15日に大津波による被害をうけている。今回の被害を明治29年のと比べると、流出・倒潰及焼失合計は約47%であるのに対して、死者及び行方不明は約14%に減少している。土木工作物の被害は、棧橋、護岸、岸壁、道路、橋梁等に見られた。																																																							
被 害 額	<table><tr><td colspan="2"><u>死者及び行方不明</u></td><td colspan="2"><u>昭和7年度災害土木工事費として内務省に査定された額</u></td></tr><tr><td></td><td>3,064人</td><td></td><td></td></tr><tr><td>岩手県</td><td>2,713人</td><td>岩手県</td><td>宮城県</td></tr><tr><td>宮城県</td><td>308人</td><td>道 路</td><td>431,052円</td></tr><tr><td></td><td></td><td>橋 梁</td><td>372,769</td></tr><tr><td><u>流出、倒潰、焼失家屋</u></td><td></td><td>河 川</td><td>235,515</td></tr><tr><td></td><td>6,067戸</td><td>海 岸</td><td>550,741</td></tr><tr><td>岩手県</td><td>4,251戸</td><td>合 計</td><td>1,590,077円</td></tr><tr><td>宮城県</td><td>1,478戸</td><td></td><td>546,393円</td></tr><tr><td colspan="2"><u>警報局発表 (概算)被害額</u></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>総額</td><td>12,632,979円</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>岩手県</td><td>10,877,741円 (86%)</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>宮城県</td><td>1,306,788円 (10%)</td><td colspan="2"></td></tr></table>				<u>死者及び行方不明</u>		<u>昭和7年度災害土木工事費として内務省に査定された額</u>			3,064人			岩手県	2,713人	岩手県	宮城県	宮城県	308人	道 路	431,052円			橋 梁	372,769	<u>流出、倒潰、焼失家屋</u>		河 川	235,515		6,067戸	海 岸	550,741	岩手県	4,251戸	合 計	1,590,077円	宮城県	1,478戸		546,393円	<u>警報局発表 (概算)被害額</u>				総額	12,632,979円			岩手県	10,877,741円 (86%)			宮城県	1,306,788円 (10%)		
<u>死者及び行方不明</u>		<u>昭和7年度災害土木工事費として内務省に査定された額</u>																																																						
	3,064人																																																							
岩手県	2,713人	岩手県	宮城県																																																					
宮城県	308人	道 路	431,052円																																																					
		橋 梁	372,769																																																					
<u>流出、倒潰、焼失家屋</u>		河 川	235,515																																																					
	6,067戸	海 岸	550,741																																																					
岩手県	4,251戸	合 計	1,590,077円																																																					
宮城県	1,478戸		546,393円																																																					
<u>警報局発表 (概算)被害額</u>																																																								
総額	12,632,979円																																																							
岩手県	10,877,741円 (86%)																																																							
宮城県	1,306,788円 (10%)																																																							
参 考 資 料 1	"土木耐震学" 物部長穂 理工図書株式会社																																																							

資料 № 3	昭和 21 年 12 月 21 日 南 海 地 震 調 査 報 告 — 概 報 16 号 —
報告書概要	昭和 21 年 12 月 21 日午前 4 時 20 分頃に発生した地震によって、近畿、中国、四国の諸地方は大きな被害をうけた。 内務省土木試験所、運輸省鉄道技術研究所港湾研究室合同の調査隊が編成されて、昭和 22 年 1 月 12 日から 30 日まで、約 2 週間に亘り現地査察を実施した。 本報告書では、これら調査の結果及び各県庁によって調査された結果及び地震力の土木構造物に及ぼす影響について考察している。
地震	震源地は東経 135.6°、北緯 33.0° の地点で南海沖の海底である。震度階 V (潮岬、尾鷲、洲本、津、彦根、岐阜) IV (徳島、高知、亀山、神戸、敦賀、米子、宮崎、熊本、福岡、熊谷) と広範囲に強震が分布している。 主なる振動方向は、紀伊半島では、南北勢であるのにくらべて、四国地方では、西南西—東北東の振動が著しかった。 地震に伴う津波は、最大波高 7 m で周期は串本 15 分、尾鷲 20 分、高知 60 分であった。
地質・地盤	紀伊半島…第三紀及び古生層の砂質及び頁岩及び変岩層より成っており、一般に地盤は良質である。 四国地方…白亜系の砂岩、頁岩や石炭系のもので山地では地震に対して良好なる状態を示している。本地震の主被害地と思われる中村は四万十川沿岸にあり沖積地帯である。 中国地方…大部分火成岩である。瀬戸内沿岸の干拓地、埋立地は、沖積層とともに地震に対して最も弱い地盤である。
被害の様相	今回の地震は、その被害区域が静岡から長崎まで 2 府 23 県と大規模なものであったが、被害は割合少なかった。 山地の被害は風化土の崩壊程度で殆んどなかった。被害は主として沖積平野上の構造物に限られており、埋立地上の港湾構造物は被害が大きかった。 津波による被害は、浪源に直接面した和歌山県、徳島県、高知県の各県が最も大きかった。
被害額	死者 1,444 人 (高知 679 人、和歌山 269 人、徳島 211 人) 全壊住家 9,738 戸 (高知 4,838、岡山 1,105、徳島 1,076、和歌山 969) 半壊住家 23,616 戸 被害額 (土木構造物関係) 総額 165,069 万円 (高知 12,030.4、和歌山 22,327、徳島 5,652、香川 5,573) 道路 35,599 (高知 25,883、和歌山 6,489) 橋梁 9,309 (高知 6,280、和歌山 1,977) 河川 7,638.7 (高知 7,154.2、和歌山 1,360、徳島 1,235) 海岸 4,945.4 (和歌山 9,873、高知 5,812、徳島 1,469) 港湾 23,798 (高知 10,787、香川 4,895、和歌山 2,619、徳島 1,749、愛知 1,277、愛媛 1,276)

資料 № 4	昭和23年 6月28日 北陸震災調査報告 — 所報78号 —																																					
報告書概要	昭和23年6月28日16時15分頃、福井県坂井郡東南部を震源として地震が発生し、福井県下の大部分及び石川県の南西部に大なる被害をあたえた。 7月4日から7月21日までの間にわたり、福井、石川両県下について調査を行った。本報告書では、これらの調査結果及び被害状況に対する所見が述べられている。																																					
地震	震源地は東経136°14′、北緯36°09′の地点で、地表面下10数km以内の極浅発地震であると判断されている。 極浅発地震の特徴であり、又、内側地震帯の活動の地震の特徴であるように、今回の地震も影響圏は狭いが震央付近の強度は極めて猛烈であった。 震度分布は福井市が震度Ⅴの烈震で、震度Ⅳの中震は震央を中心として半径150 kmの範囲内である。																																					
地質・地盤	震央付近及びその被害地域の大部分は九頭竜川ならびにその支流流域の沖積平野内にあり、これについて大聖寺川下流の沖積平野及び柴山瀧、今江瀧周辺一帯の沖積平野である。山地は主として新第三紀層及びこれを貫く各種安山岩類および、流紋岩、石英相面岩等よりなり、地震に対しては良好な地盤である。海岸地域の丘陵地帯は第四紀層の洪積層の砂層及び沖積層の砂層が広く分布している。																																					
被害の様相	代表的な被害地である福井市に於ては、全建築物の9割が瞬時にして倒壊した。震央付近の金津町、丸岡町、春江町、森田町などは、家屋倒壊率は概そ100%である。 しかし、比較的震央に近い三箇町では倒壊家屋率は約5%である、このことは地盤の良し悪しに被害が大きく左右されることを意味している。 土木構造物としては、道路、橋梁、河川、港湾、鉄道等に大きな被害を与えた。																																					
被害額	<table> <tr> <td></td><td><u>福井県</u></td><td><u>石川県</u></td></tr> <tr> <td>死者</td><td>5,507人</td><td>40人</td></tr> <tr> <td>全壊家屋</td><td>32,444戸</td><td>1,499戸</td></tr> <tr> <td>半壊家屋</td><td>4,980戸</td><td>5,112戸</td></tr> <tr> <td colspan="3"><u>土木関係被害額</u></td></tr> <tr> <td>総額</td><td>155,222万円</td><td>15,411万円</td></tr> <tr> <td>道路</td><td>22,435</td><td>7,411</td></tr> <tr> <td>橋梁</td><td>19,680</td><td>3,305</td></tr> <tr> <td>河川</td><td>112,026</td><td>4,694</td></tr> <tr> <td colspan="3"><u>損害総額</u></td></tr> <tr> <td>福井</td><td>3,000億円</td><td></td></tr> <tr> <td>石川</td><td>50 "</td><td></td></tr> </table>			<u>福井県</u>	<u>石川県</u>	死者	5,507人	40人	全壊家屋	32,444戸	1,499戸	半壊家屋	4,980戸	5,112戸	<u>土木関係被害額</u>			総額	155,222万円	15,411万円	道路	22,435	7,411	橋梁	19,680	3,305	河川	112,026	4,694	<u>損害総額</u>			福井	3,000億円		石川	50 "	
	<u>福井県</u>	<u>石川県</u>																																				
死者	5,507人	40人																																				
全壊家屋	32,444戸	1,499戸																																				
半壊家屋	4,980戸	5,112戸																																				
<u>土木関係被害額</u>																																						
総額	155,222万円	15,411万円																																				
道路	22,435	7,411																																				
橋梁	19,680	3,305																																				
河川	112,026	4,694																																				
<u>損害総額</u>																																						
福井	3,000億円																																					
石川	50 "																																					

資料 № 5	チリー地震津波による災害をみて チリー地震津波調査報告	— 技資 2-6— — 技資 2-12—
報告書概要	昭和35年5月23日南米チリー沖地震によって発生した津波は、約22時間半後、日本の太平洋沿岸一帯に來襲した、なかでも三陸沿岸では大津波となり、かなりの被害が発生した。 土木研究所では ⁵ /26~28にかけて第一次調査隊によって宮城県および岩手県の一部で調査が行なわれ、ついで ⁶ /18~26にかけて二班編成の第二次調査隊によって、岩手、宮城、福島県下において震害調査を行った。	
津波	この津波は23日午前4時10分頃（日本時間）南アメリカのチリー中部沖合（南緯37°、西経73°）で起った地震により生じたものである。津波の継続時間は非常に長く、各記録とも24時間続き、さらに継続する傾向にある。周期は最初の5波を平均してみると八戸、月浜36分、久慈42分で大体40分程度である。 最大振巾は、検潮記録が不完全なものが多く、明確なことはわからないが、月浜の記録では、最大3mとなっている。 被害の大きかった所は比較的奥行の深い湾の湾奥であるという傾向が認められた。これは今回の津波の一つの特徴で、昭和8年の津波の場合は外海に面したところ又は奥行の小さい湾の湾奥に被害が集中したのと異なる点である。この原因は今回の津波の周期が比較的長く、奥行の深い湾の固有周期と一致し、共振現象を起こしたのではないかと考えられている。	
被害の様相	被害地域は在来の津波に比し非常に広範囲におよび、東北の三陸地方、北海道がとくにひどかった。 津波警報の発令がおくれたため、人命、住家、船舶などの被害が目だち、公共土木施設の被害は比較的少なかった。 堤防護岸の被害としては引き波による転倒、越流により、裏ノリ先の地盤の洗掘により裏ノリ空石積が崩壊したというような例が多い。	
被害額	死者 114名 行方不明 25名 全壊家屋 1,573戸 半壊家屋 2,191戸 流出家屋 1,259戸 <u>公共土木施設被害額</u> 総 額 274,172万円 単位 百万円 海岸 河川 道路 橋梁 合計 北海道 1,184 70 47 68 1,369 岩手 87 53 315 45 500 宮城 132 184 117 83 516 <u>国鉄被害額</u> 29,000万円	
参考資料 2	土木学会誌 45巻6月号 ニュース欄昭和35年6月	

資料 No 6	日向灘地震災害の調査報告 — 所報 113号 —
報告書概要	昭和36年2月27日午前3時11分頃、九州東南部を襲った地震は、家屋の倒壊、山地崩壊等のほか、宮崎県下の土木構造物にも若干の損害を与えた。 土木研究所では3/2~3/7及び3/9~3/11 にかけて宮崎県下の土木関係被害の調査を行った。 この報告は、これら調査の速報である。
地震	震源地は東経135.1° 北緯31.36° の宮崎市の南東方35kmの海底で深さは10~17kmの地点である。 各地の震度は宮崎Ⅴ、宇和島、佐賀、阿蘇山、大分、鹿児島がⅣで、宮崎市では一部震度Ⅵの地点がある。 地震時最大加速度は300gal（震度Ⅵ）をこえた個所もある、又、地震の規模（マグニチュード）は7.2であった。 日向灘沿岸における津波は地震発生後3~7分で来襲し、最大波高は100~150cmに達し、周期は約30分であった。
地質・地盤	宮崎県は地形的に三部分に区分される。日向山地は主として古生代および中生代の地層からなり、南部列山地は古第三紀の岩層からなり、宮崎平野は新第三紀の宮崎層群からなる丘陵、更新生の礫層をかぶる段丘及び河川沿いならびに日向灘南部の海岸沿いに帯状の沖積層が存在している。 宮崎層群は今回の地震被害地の基盤として広く分布しているもので、軟弱な砂岩、泥岩ならびにこれらの互層からなっている。 この宮崎層群の上に更新世の礫層が約5mの深さで重畳して、さらにこの上に沖積層が15m~40m程度堆積している。
被害の様相	今回の地震は震度の激しさにもかかわらず被害は意外に軽微であった。 土木構造物の被害としては、道路ではコンクリート舗装のひび割れ、舗装版と路肩との間に幅広いすき間の発生があり、橋梁は全体的に見て被害も軽微であった。土質構造物では河川堤頂に亀裂、のりに亀裂の発生が見られた。
被害額	死者 1名 負傷者 4名 全壊家屋 0 半壊家屋 4戸 <u>宮崎県の被害額</u> 土木関係 27,219千円 農林関係 21,300 水産施設 415 教育施設 11,342 建築関係 13,524 電気施設 5,950 通信施設 1,000 鉄道 2,024 商品 81,000 計 163,774

資料 No 7	北美濃地震による山地の崩壊について — 技資 3-11 —
報告書概要	昭和36年8月19日午後2時33分頃、岐阜、福井、石川三県境の山岳地帯に地震が発生した。この地震のために山地には多くの崩壊が発生しており、この地域に集中豪雨があった場合、これらの崩壊が下流に流出して、相当の被害を及ぼすことも考えられるので、8月25日から9月4日にかけてこの地域を踏査して、その規模、危険度などを調査した。 この報告はこの踏査によって得られたものである。
地震	震源地は東経136.46°、北緯36.01°の山岳地帯で深度は約40kmであった。地震の規模はマグニチュード7.2で、福井地震とほぼ、同程度の規模であるといわれているが、その被害は他の同規模の地震にくらべて少なかったようである。
地質・地盤	九頭竜川水系打波川筋は中世代の火成岩と手取層群に属する滞積岩が分布し、これをおおって第三紀安山岩類が広く分布する。手取川水系牛首川筋では、その基盤が手取川層群の赤岩砂岩層、桑島砂岩頁岩互層で、その上を白山火山噴出物がおおって分布している。庄川水系大白川筋では、その基盤が中央アルプスの西部から飛騨高原にかけて広く分布している石英斑岩およびこれを貫く花崗岩で、これらを白山火山の噴出物がおおって分布している。
被害の様相	福井県では、打波川筋において山地崩壊が最もはなはだしい。崩壊土石が道路上に滞積し、道路を不通にしている箇所がある。又、土砂崩れに混って岩石崩れが多数見られる。手取層群は大規模に地すべり崩壊し押し出された未固結の土石流滞積物がこれらの上をおおっている。 この他土木構造物に関する被害は水力構造物（発電所・ダム）に見られる位であり、その他道路、鉄道、橋梁にはあまり被害はなかった。(3) 水力構造物 復旧費 約1億円
参考資料 3	“北美濃地震について” 学会誌 48巻 10月号 土木学会耐震工学委員会

資料 № 8	東北地震震害調査 (I) (II) — 投資 4-10 4-11
報告書概要	昭和37年4月30日午前11時26分頃、宮城県北部に震央をもつ地震が起こり、人命、物件等に損害をこうむった。 土木研究所では5月2日から4日まで現地調査を行った。 この報告はこれら調査の概略である。
地震	震源地は東経141.1°、北緯38.7°の宮城県北部の内陸部にあり、深さも約10kmと比較的浅く、しかも震央が北上川本流右岸の沖積地にあったために、その付近でははげしい地震動が生じたものとみられる。地震のマグニチュードは6.4で、震度分布は仙台、石巻、水沢、福島、盛岡がⅣである。震度Ⅴは局部的であったため気象庁の観測網にひっかからなかったが、震央部に近い所では震度Ⅴ以上であったと思われる。
地質・地盤	震央付近の地質は第三紀層が大部分を占め、基盤は地震に対してきわめて堅固であると考えられる。しかし表層は主としてローム層からなっており、一部には旧沼沢地が現在では腐食土層として露出している。したがって腐食土層および粘土シルト分の多いローム層などは、地震に対してきわめて敏感であったものと考えられる。
被害の様相	この地震は、地震としては比較的大きなものであったが、都会地をはなれた所であったので被害総額としてはわりと少なかった。土木建造物の被害としては、橋梁では江合橋、錦桜橋に支承部の被害がみられる程度である。道路、舗装は震源地付近の一部をのぞいては交通止めをしなければならない程の被害はない、堤防および河川構造物では、堤体亀裂それに伴う斜面滑り沈下などの堤体盛土自体に対する被害と堤体の震動や変形にもとづく護岸、擁壁、樋管などの構造物に被害があった。
被害額	死者 3人 全壊家屋 369戸 半壊家屋 1,542戸 <u>宮城県の被害額</u> 総額 4,049,244千円 農業関係 524,607 林業治山関係 9,275 文教関係 199,046 土木関係 815,547 (河川670,692、道路101,765、橋梁43,090) 水道関係 12,389 商工関係 213,894 家屋被害 2,274,486

資料 № 9	新潟地震調査報告 新潟地震調査速報	— 所報 125号 — — 技資 6-7 —																																						
報告書概要	昭和39年6月16日13時02分頃発生した地震によって主として新潟県の中中部から日本海沿いに山形県に及ぶ地帯に大きな被害をおよぼした。土木研究所では全所を挙げてこれら被害調査を行ったが、これら調査結果は調査速報にとりまとめられている。又これら調査結果の解析等を所報として報告している。																																							
地震	震源は東経139°20'北緯38°40'の新潟県栗島付近の海底で深さ約40kmの地点であった。地震の規模はマグニチュード7.7で、震度分布は、新潟、酒田、仙台、相川がⅤ、福島、小名浜、前橋、石巻、山形、長野、秋田、盛岡、高田、柿岡、白河、輪島、会津、若松でⅣであった。一部局部的に栗島と山形県の大山では震度Ⅵの烈震を記録した。 地震発生後、約1時間して、北陸および東北地方日本海沿岸に津浪の来襲があった。震源地付近での目測波高は3~4mで、その他の海岸では、1~2m程度であった。																																							
地質・地盤	今回の地震で被害を受けた東北・北陸地方の日本海沿岸各地の被害の多かった場所には新潟、酒田をはじめ砂丘の上に出来上った都市であり、特に新潟は信濃川の河口にあたり、軟弱地盤と考えられる場所が信濃川沿岸に分布している。 新潟市一帯は最も新しい沖積層が厚さ100mにも及んでいるが、その沖積層の厚さは北の村上市の方面にゆくにしたがって薄くなり、村上市周辺の山間部では先第三紀層の岩盤が露出している。また新潟市の沖積層の特徴は大部分が砂質で構成されていることと地下水位が高いことである。																																							
被害の様相	今回の地震による被害は、ビルディングの沈下、傾斜、地盤の亀裂、石油タンクの火災など、どれをとりあげても地震による地盤の破壊すなわち軟弱地盤上に近代都市があったために起ったもので今回の被害は、地震による被害というよりは地盤による被害、つまり砂の流動化現象による被害と云うことができる。																																							
被害額	<table><tr><td></td><td>新潟</td><td>山形</td><td>秋田</td><td>福島</td></tr><tr><td>死者</td><td>14人</td><td>9人</td><td>5</td><td>—</td></tr><tr><td>全壊家屋</td><td>3,018戸</td><td>486</td><td>19</td><td>11</td></tr><tr><td>半壊家屋</td><td>9,715戸</td><td>1,189</td><td>73</td><td>9</td></tr></table> <table><tr><td></td><td>新潟市</td></tr><tr><td>道路災害復旧費</td><td>2,374百万 (2,018)</td></tr><tr><td>橋梁トンネル "</td><td>1,387 (911)</td></tr><tr><td>河川 "</td><td>5,316</td></tr><tr><td>鉄道施設被害総額</td><td>7,600</td></tr><tr><td>港湾 "</td><td>22,000 (新潟港 21,800)</td></tr><tr><td>農林関係 "</td><td>15,400</td></tr><tr><td>新潟市内工場 "</td><td>16,400</td></tr><tr><td>" 上水道 "</td><td>2,366</td></tr></table>			新潟	山形	秋田	福島	死者	14人	9人	5	—	全壊家屋	3,018戸	486	19	11	半壊家屋	9,715戸	1,189	73	9		新潟市	道路災害復旧費	2,374百万 (2,018)	橋梁トンネル "	1,387 (911)	河川 "	5,316	鉄道施設被害総額	7,600	港湾 "	22,000 (新潟港 21,800)	農林関係 "	15,400	新潟市内工場 "	16,400	" 上水道 "	2,366
	新潟	山形	秋田	福島																																				
死者	14人	9人	5	—																																				
全壊家屋	3,018戸	486	19	11																																				
半壊家屋	9,715戸	1,189	73	9																																				
	新潟市																																							
道路災害復旧費	2,374百万 (2,018)																																							
橋梁トンネル "	1,387 (911)																																							
河川 "	5,316																																							
鉄道施設被害総額	7,600																																							
港湾 "	22,000 (新潟港 21,800)																																							
農林関係 "	15,400																																							
新潟市内工場 "	16,400																																							
" 上水道 "	2,366																																							
参考資料 4	昭和39年新潟地震震害調査報告 土木学会																																							

資料 No.10	えびの地震災害調査報告 —昭和43年度土木研究所報告—
報告書概要	昭和43年2月21日午前8時51分、続いて10時45分にえびの町真幸で震度Vおよび震度Ⅵの地震が発生した。翌22日午後7時19分にも激しい震動が宮崎、鹿児島、熊本の県境付近を襲った、これらの地震によって局部的ではあるが、多大の被害が発生した。この報告はこれら地震群によって発生した災害についての報告である。
地震	今回の三つの地震を気象庁では2月21日午前10時45分に発生した地震を本震とし、同日午前8時51分の地震を前震、翌日の地震をその余震としている。 マグニチュードは本震6.1、前震5.6、余震5.5である。震度分布はえびの町、人吉がVまたはⅥで局部的な分布をしている。
地質・地盤	川内川流域に沖積層をはさむように、川内川にほぼ平行に加久藤層群、日向ローム層が並んでいる。ここで加久藤層群といわれる地層がいわゆるシラス層である。 被害の集中した真幸地区、吉松地区は沖積地帯にあり山崩れの発生した地帯は加久藤層群に含まれる。これに反して日向ローム層上にある岡元部落は被害らしい被害がない。
被害の様相	宮崎県えびの町、鹿児島県吉松町がとくに被害が大きく、えびの町真幸地区では家屋全壊率が13.5%で特に京町駅を中心とする2km以内では全壊率30%以上を示している。この他に山崩れの現象が目だったが、この地域はシラス地帯であり、垂直に近い勾配で切落されたような山崩れが発生している。 この外の地変としては地下水の噴出があげられる。 死者 3名 全壊住家 447戸 重傷者 41名 半壊 " 921戸

資料 №11	1968年 十勝沖地震調査速報 — 技資 10-8 —																																																																																																																																																							
報告書概要	昭和43年5月16日午前9時49分頃、続いて同日午後7時39分頃に大規模な地震が発生した。これによって青森県、岩手県、宮城県、秋田県、北海道において被害をうけた。この報告書は、青森を中心として各地で調査したものの速報である。																																																																																																																																																							
地震	震源地は東経143.7°、北緯40.7°の北海道襟裳岬沖で、深さ約20kmである。本震はマグニチュード7.8で、これに続く余震はマグニチュード7.5という大規模なものを含んでいる。震度は本震で、苫小牧Ⅵ、浦河、盛岡、広尾、函館、八戸、青森Ⅴ、余震で浦賀、広尾Ⅴであった。 この本震および余震は津波を伴い、三陸沿岸には2m以上の津波が来襲した。																																																																																																																																																							
地質・地盤	青森県東部の丘陵地帯の基盤は第三紀層で、台地で最大50m程度の中、古期洪積層（三本木層、沼崎層、七崎層）があり、表層はいわゆる火山灰層で数メートル以下の堆積物である。表土は黒ボクといわれる那須火山帯火山からの噴出物で数10cmに堆積した物で、多孔質で含水比が高い。 大河川に沿っては平均的な第三紀層上面から最大約50mほどが侵蝕され、まず粘土層の堆積物があり、さらにその上に河川特有の砂が堆積している。																																																																																																																																																							
被害の様相	今回の地震災害に影響したと思われる特殊条件として、地震発生の直前に多量の降水があったことがあげられる。青森県東部は震源に近いうえに、100～200mmの降水量を記録している。 被害としては、鉄道では新設盛土区間に被害が多く、道路では飽和した軟弱地盤上の盛土の被害が目だった。河川では含水比の高い砂層の流動化現象が被害に影響していることが指摘される。建築物では、函館大学の4階建ての校舎、むつ市の市庁舎等、最近の建築技法によって築造されたものであるだけに今後の原因究明が必要である。																																																																																																																																																							
被害額	<table><tr><td colspan="5">中央防災会議 十勝沖地震非常対策本部</td><td colspan="5">青森県被害総額（県報告43.5.30）</td></tr><tr><td colspan="5">8.43.5.22 現在</td><td colspan="5">531億円</td></tr><tr><td rowspan="4">被害額</td><td>死者行方不明</td><td>52人（青森 47人）</td><td colspan="3"></td><td>内 河川・道路・海岸・ダム・砂防</td><td colspan="3">51億円</td></tr><tr><td>全壊建物</td><td>676戸（＃ 657戸）</td><td colspan="3"></td><td>港湾</td><td colspan="3">22</td></tr><tr><td>半壊＃</td><td>2,994戸（＃ 2,900戸）</td><td colspan="3"></td><td>農林</td><td colspan="3">173</td></tr><tr><td></td><td></td><td colspan="3"></td><td>国鉄</td><td colspan="3">134</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td><td>商工</td><td colspan="3">79</td></tr><tr><td colspan="5">公共土木施設被害額 6.10現在</td><td colspan="5">万円</td></tr><tr><td></td><td>道路</td><td>橋梁</td><td>河川</td><td>海岸</td><td></td><td colspan="4"></td></tr><tr><td></td><td>北海道</td><td>31,936</td><td>20,618</td><td>14,536</td><td>8,300</td><td colspan="4">78,429</td></tr><tr><td></td><td>青森</td><td>116,706</td><td>18,777</td><td>134,385</td><td>22,480</td><td colspan="4">292,348</td></tr><tr><td></td><td>岩手</td><td>3,418</td><td>1,900</td><td>3,618</td><td>190</td><td colspan="4">9,126</td></tr><tr><td></td><td>宮城</td><td>—</td><td>510</td><td>—</td><td>—</td><td colspan="4">510</td></tr><tr><td></td><td>秋田</td><td>460</td><td>300</td><td>—</td><td>—</td><td colspan="4">760</td></tr><tr><td></td><td>合計</td><td>152,520</td><td>42,105</td><td>152,539</td><td>30,970</td><td colspan="4"></td></tr></table>					中央防災会議 十勝沖地震非常対策本部					青森県被害総額（県報告43.5.30）					8.43.5.22 現在					531億円					被害額	死者行方不明	52人（青森 47人）				内 河川・道路・海岸・ダム・砂防	51億円			全壊建物	676戸（＃ 657戸）				港湾	22			半壊＃	2,994戸（＃ 2,900戸）				農林	173								国鉄	134									商工	79			公共土木施設被害額 6.10現在					万円						道路	橋梁	河川	海岸							北海道	31,936	20,618	14,536	8,300	78,429					青森	116,706	18,777	134,385	22,480	292,348					岩手	3,418	1,900	3,618	190	9,126					宮城	—	510	—	—	510					秋田	460	300	—	—	760					合計	152,520	42,105	152,539	30,970				
中央防災会議 十勝沖地震非常対策本部					青森県被害総額（県報告43.5.30）																																																																																																																																																			
8.43.5.22 現在					531億円																																																																																																																																																			
被害額	死者行方不明	52人（青森 47人）				内 河川・道路・海岸・ダム・砂防	51億円																																																																																																																																																	
	全壊建物	676戸（＃ 657戸）				港湾	22																																																																																																																																																	
	半壊＃	2,994戸（＃ 2,900戸）				農林	173																																																																																																																																																	
						国鉄	134																																																																																																																																																	
						商工	79																																																																																																																																																	
公共土木施設被害額 6.10現在					万円																																																																																																																																																			
	道路	橋梁	河川	海岸																																																																																																																																																				
	北海道	31,936	20,618	14,536	8,300	78,429																																																																																																																																																		
	青森	116,706	18,777	134,385	22,480	292,348																																																																																																																																																		
	岩手	3,418	1,900	3,618	190	9,126																																																																																																																																																		
	宮城	—	510	—	—	510																																																																																																																																																		
	秋田	460	300	—	—	760																																																																																																																																																		
	合計	152,520	42,105	152,539	30,970																																																																																																																																																			
参考資料 5	"道路" 1968-11 「1968 十勝沖地震による被害」 栗林栄一																																																																																																																																																							

Technical Memorandum of the Public Works Research Institute

№ 531

Summarized Note on the Survey of the Damage
of Engineering Structures Caused by Recent Earthquakes

(Draft)

July 1969

The Public Works Research Institute
Ministry of Construction

Preface

Japan is situated in the circum-Pacific seismic zone and has been greatly damaged by the earthquakes since the dawn of history. The earthquake damages are not limited only to the economical ones, but also include the social ones in a broad sense, and therefore it is not easy to grasp the whole exposed features of earthquake damages precisely.

But it seems that a good chance for the development of the earthquake engineering will be given by the investigation of earthquake damages and of those causes about the public works (bridges, tunnels, dams, embankments, pavements and so on).

The investigation of earthquake damages about those public works which have been affected since the Kanto Earthquake in 1923 has been carried out by Public Works Research Institute, Ministry of Construction in Japan for itself and under the co-operation with the other organizations.

There are few data of the investigation of earthquake damages before World War II, while the synthetic investigation has been carried out by organizing the investigation parties composed of each section of P.W.R.I., above all after the war.

It is considered that things necessary to the investigation of earthquake damages are mainly (1) the earthquake motion (2) the geology and ground (3) the features of damages of different structures and (4) their money.

In this report, the summary of the investigation result of earthquake damages about the above mentioned things is introduced.

July 28, 1969

Earthquake Resistant Structure Section
Public Works Research Institute
Ministry of Construction
12-52 Anagawa 4, Chibashi, Japan

CONTENTS

PREFACE

- §1. List of the Survey on Damages due to Earthquakes
- §2. Summary of the Survey on Damages due to Earthquakes

§I. List of the Survey on Damages due to Earthquake

Table 1

Data No.	Title	Source	Years
1	Investigation report Vol.1 of earthquake damage Vol.2 of Kanto big earth- Vol.3 quake in 1923	Japan Society of Civil Engineers (Home Ministry) Reconstruction Bureau	Aug. 1926 Jan. 1927
2	Investigation report of Sanriku tidal wave	Report of P.W.R.I. Vol.24 Vol.27	June 1933 June 1934
3	21th Dec. 1946 Investigation report of Nankai earthquake	General Report of First Technique Research Institute Ministry of Construction Vol.16	June 1948
4	28th June 1944 Investigation report of Hokuriku earthquake disaster	Report of P.W.R.I. Vol.78	Mar. 1949
5	View of the damage by the tidal wave of Chili earthquake	Civil Engineering Information Vol.2 No.6	June 1960
	Investigation report of the tidal wave of Chili earthquake	Civil Engineering Information Vol.2 No.12	Dec. 1960
6	Investigation report of damage of Hyuganada earthquake	Report of P.W.R.I. Vol.113	Dec. 1962
7	The collapse of a mountainous region by Kitamino earth- quake	Civil Engineering Information Vol.3 No.11	Nov. 1961
	About Kitamino earthquake	Journal of Japan Society of Civil Engineers Vol.148 No.112	Dec. 1963
8	Investigation of earthquake damage of Tohoku earthquake No.1, No.2	Civil Engineering Information Vol.4, No.10 Vol.4, No.11	Dec. 1962 Nov. 1962

- | | | | |
|----|---|--|-----------|
| 9 | Investigation News of
Niigata earthquake | Civil Engineering Information
Vol.
No.7 | July 1964 |
| | Investigation report of
Niigata earthquake | Report of P.W.R.I. Vol.125 | June 1965 |
| | Investigation report of the
damage of Niigata earthquake | Japan Society of Civil
Engineers | June 1966 |
| 10 | Investigation report of the
damage of Ebino earthquake | Report of the member of P.W.R.I. Dec. 1968
in 1968
Atsushi Terashima | |
| 11 | Prompt Investigation report
of Off Tokachi earthquake
in 1968 | Civil Engineering Information
Vol.10
No.8 | Aug. 1968 |
| | The damages of Off Tokachi
earthquake 1968 | Road Vol.11, 1968 | Nov. 1968 |

§2. Summary of the Survey on Damages due to Earthquakes

Data Investigation Report of earthquake damage of Kanto big earthquake
No.1 in 1923

Vol.1 Japan society of civil engineers
Vol.2 }
Vol.3 } Reconstruction Bureau

Outline of Report

They were greatly damaged by the earthquake occurred at 11:58 a.m. on Sept. 1, 1923 in Tokyo prefecture, Kanagawa prefecture, Shizuoka prefecture, Chiba prefecture and Saitama prefecture, Especially in Tokyo city the damages were great, so as a reconstructive machinery a capital reconstruction ministry was made a start. This was the Reconstruction Bureau of Home Ministry afterwards.

On January in 1924, the committee for examination of earthquake damage was established in Japan society of civil engineers. The first part of the committee was river, irrigation, sand arrestation, channel and harbor, the second was bridge and structure, the third was waterworks, sewerage and gas works, the fourth was railway and truck, the fifth was public works concerned with electric and the sixth was road, the parts organized the committee respectively.

This report was arranged by these committees.

Earthquake

The seismic center was under the sea bottom of Sagami bay of Lati. $34^{\circ} 45'N$, Long $139^{\circ} 40'E$, and near the center a great variation was to be seen.

The earthquake acceleration was 350cm/sec^2 at Yokohama city about 70km from the center and in the case of Tokyo seismic coefficient was one eleventh of gravity in Hongo and the other hilly section where the ground was a diluvium, on the other hand in the downtown where the ground was an alluvium it was a quarter of gravity.

Nature of soil and ground

The basic ground of the South Kanto district where the degree of this earthquake was violent one is a third period stratum and the diluvium is laid over the stratum. Hills on Boso peninsula or Miura peninsula are the small districts consisted with the third period stratum and igneous rocks are spouted there. On the contrary, on the plain the alluvium are distributed along the river or coast-line.

State of damage

Concerned with the damages in cities, it is said that the damages due to the fire broken after the earthquake was greater than the damages due to the earthquake itself. In the case of the civil structures, river, road, bridge, railway, harbor, water works and sewerage were greatly damaged.

Sum of damage

	dead persons	destroyed houses
Tokyo prefecture	91,667	334,609
Tokyo city	90,090	289,800
Kanagawa prefecture	28,098	145,861
Yokohama city	26,500	71,000
<u>Total</u>	<u>141,720</u>	<u>580,397</u>

Sum of damage in railway

69,839,130 yen

Sum of damage in harbor

Yokohama harbor 15,000,000 yen
Yokosuka naval port 20,000,000

River	road	bridge
	yen	yen
Tokyo prefecture	1,787,147	Tokyo prefecture 678,634 7,062,491
Kanagawa prefecture	4,651,447	Tokyo city 389,242 6,737,449
Yamanashi prefecture	1,628,396	Kanagawa prefecture 5,950,316 2,916,162
Saitama prefecture	1,387,157	Yokohama city 4,251,650 1,023,718
Chiba prefecture	1,260,913	
<u>Total</u>	<u>11,571,187</u>	

Data Investigation Report of Sanriku tidal wave

No.2

Report of P.W.R.I., Vol.24
Vol.27

Outline of Report

They were greatly damaged by the tidal wave accompanied with the earthquake occurred at 2:31 a.m. on March 3 in 1933 in Sanriku district.

There explain the results of the examinations done from March 3 till 10 and from May 19 till June 4 in Iwate and Miyagi prefectures, the study of the nature and the power of this tidal wave and a personal opinion about the mitigation of the damages due to tidal wave.

Earthquake

The seismic center is near the 7 kilometer water depth sea bottom at Long 144.6°E and Lati 39.2°N. The maximum acceleration was about 400-500 mm/sec² and 5 of the earthquake scale of the central meteorological observatory, that is to say, it belongs to strong earthquake.

This earthquake had a remarkably longer period in the last of the main motion than the other general earthquakes and they said that the earthquake perceived in Sanriku district was a very slow vibration. This is a character of the earthquake with the tidal wave.

Tidal wave

The maximum height of the tidal wave that attacked the coasts of Hokkaido, Aomori prefecture, Iwate prefecture, Miyagi prefecture and

Fukushima prefecture faced to Pacific Ocean about thirty minutes later of the earthquake was 29m and the average period of the four primary waves is 10-12 minutes in Hachinohe and Kesennuma, 22.5 minutes in Kushiro and 70 minutes in Tokyo and Shimizu.

State of Damage

But for the fall of the road cut, there is not any damage caused by the earthquake.

The damages due to the tidal wave reach to Hokkaido, Aomori, Iwate, Miyagi and Fukushima prefecture and the number of the damaged town was 70.

In these districts they were damaged by the big tidal wave on June 15 in 1896. Comparing this damages with that of 1896, the total of the washed away, destroyed and fired houses is about 47 per-cent, on the other hand the total of the dead and the lost was decreased to 14 per-cent. Concerned with the damages on the civil structures, landing piers, rivetments, quay walls, roads and bridges were damaged.

Sum of Damage

The death and the lost

3,064

Iwate 2,713

Miyagi 308

Flowed, broken and fired houses

6,067

Iwate 4,251

Miyagi 1,478

Sum assessed as the disaster cost of public works in 1932

Iwate pre. Miyagi pre.

road	431,052 ^{yen}	223,928 ^{yen}
bridge	372,769	16,583
river	235,515	9,141
coast	550,741	296,741
total	1,590,077	546,393

Sum of damage announced by keiho Bureau (rough estimate)

total 12,632,979^{yen}

Iwate prefecture 10,877,741 (86%)

Miyagi prefecture 1,306,788 (10%)

Reference Material

1) Civil engineering Earthquake-resistance

Nagaho Mononobe Rikotosho K.K.

Data 21st Dec. Investigation Report of Nankai Earthquake
No.3 1946 General Report Vol.16

Outline of Report

An earthquake occurred at 4:20 21st December 1946, and so Kinki, Chugoku and Shikoku districts were much damaged.

An investigation party was made up. The party was composed of the Public Works Research Institute Home Minister and Harbor and port Section of Technical Research Institute of Railway, Ministry of Transportation. The party made field investigation for about two weeks; from 12th January 1946 to 30th January 1946.

This report inquire into the party's and the prefectural office's investigation findings and the civil structure influences by the earthquake.

Earthquake

The centre of the disturbance was Long $135^{\circ}6'E$, Lati $33^{\circ}0'N$ and off the coast of Nankai and the bottom of the sea.

Seismic coefficient rank V is Shionomisaki, Owase Sumoto, Tsu, Hikone and Gifu. IV is Tokushima, Kochi, Kameyama, Kobe, Tsuruga, Yonago, Miyazaki, Kumamoto, Fukuoka and Kumagaya. We can see that a severe earthquake distributed widely.

Main vibration direction is S-N in Kii Peninsula, and WSW-ENE in Shikoku district.

In a tidal wave, which is in company of earthquake, maximum wave height is 7m, a periodic time is 15 minutes at Kishimoto, 20 minutes at Owase and 60 minutes at Kochi.

Nature of soil and ground

Kii Peninsula It is composed of sand, shale and metamorphic rocks, which are the third layer or the Paleozoic era layer. Generally the ground is good quality.

Shikoku district....It is composed of sandstone, shale, and coaly soil which are chalk.

In a mountainous region, the ground is good state for earthquake.

Nakamura, where is considered the mainly affected district of this earthquake, is a city on the Shimanto river and on the alluvial formation.

Chugoku district....It is composed of most part in igneous rock. Reclaimed land and filled up land on the Setouchi coast is weakest ground for earthquake together with the alluvial formation.

State of damage

This earthquake was a large scale, and the damaged zone distributed from Shizuoka to Nagasaki. But the damage was comparatively small. In a mountainous region, the damage was little and the weathering soil broke down at the most. The damage was mainly limited to the structures on the alluvial plain. Harbor structures on the filled-up land have the large damages.

The damages by the tidal wave is the largest in Wakayama prefecture, Tokushima prefecture and Kochi prefecture where is face to the source of wave.

Sum of damage.

Sum of damage (Civil Structure)

Total	165,069 x 10 thousand yen	(Kochi; 120,304 Wakayama; 22,327 Tokushima; 5,652 Kagawa; 5,573)
road	35,599	(Kochi; 25,883 Wakayama; 6,489
bridge	9,309	(Kochi; 6,280 Wakayama; 1,977)
river	76,387	(Kochi; 71,542 Wakayama; 1,360 Tokushima; 1,235)
coast	19,454	(Wakayama; 9,873 Kochi; 5,812 Tokushima; 1,469)
harbor	23,798	(Kochi; 10,787 Kagawa; 4,895 Wakayama; 2,619 Tokushima; 1,749 Aichi; 1,277 Ehime; 1,276)
completely destroyed houses	9,738 houses	(Kochi; 4,838 Okayama; 1,105 Tokushima; 1,076 Wakayama; 969)
partially destroyed houses	23,616 houses	
dead persons	1,444 persons	(Kochi; 679 Wakayama; 269 Tokushima; 211)

Data 28th June Investigation Report of Hokuriku Earthquake Disaster
No.4 1944 Report of P.W.R.I., Vol.78

Outline of Report

An Earthquake occurred at 16:15 28th June 1944, and the centre of the disturbance was the southern part Sakai country Fukui prefecture. Most of Fukui prefecture and the south-western part of Ishikawa prefecture were much damaged.

It was taken an investigation into Fukui and Ishikawa prefectures from 9th July to 21st August. In this Report, the views for these investigation findings and the damage conditions are mentioned.

Earthquake

The centre of the disturbance was Long $136^{\circ} 14'$ and Lat $36^{\circ} 09'$ and within ten and several km, and so this earthquake is considered to be the very shallow earthquake.

By way of character of the very shallow earthquake and the character of activity of the inside earthquake zone, the sphere in this earthquake was very narrow or the intensity of neighbourhood of the centre of the disturbance was very severe.

Seismic coefficient distribution is violent earthquake of rank IV in Fukui. earthquake of rank IV distributed less than 150km of a radius from the centre of earthquake.

Nature of soil and ground

The vicinity of the centre of earthquake and most of the damaged region is on the alluvial plain of Kuzuryu river and the tributary bain of Kuzuryu, and so is on the alluvial plain, of the downstream of Daishoji river, of Shibayamakata and the circumference of Imaekata.

A mountainous region is mainly composed of the new third layer and composed of addesite, rhyolite and liparite. This ground is good state for earthquake.

In a hill zone of the coast region, the sand layer of diluvium of the fourth layer distributed widely and the sand layer of the alluvial formation distributed widely.

State of damage

Fukui city is a representatively affected district. In this city ninety per cent of all of the buildings were collapsed in a moment.

In kanazumachi, Maruoka machi, Harue machi and Morita machi, where is the vicinity of the centre of earthquake, the rate of the collapsed house is about 100 per cent. But in Mikunimachi, where is comparatively near to the centre of the earthquake, the rate of the collapsed house is about 5 per cent. We can see that the damage is easily influenced by strength of the ground.

Sum of damage

Civil Structure

the damage investigation table in Fukui prefecture*

total	155,222 x 10 thousand yen
road	22,435
bridge	19,680
river	112,020
completely destroyed houses	32,444 houses
partially destroyed houses	4,980 houses
dead persons	5,507 persons
damage	3,000,000 x 10 thousand yen
civil establishment	330,000

the damage investigation table in Ishikawa prefecture*

total	15,411 x 10 thousand yen
road	7,411

bridge	3,305 x 10 thousand yen
river	4,694
completely destroyed houses	1,499 houses
partially destroyed houses	5,112
dead persons	40 persons
damage	500,000 x 10 thousand yen
civil establishment	14,000

*

Data View of the damage by the tidal wave of Chili earthquake
 No.5 Civil Engineering Information Vol.2, No.6
 Investigation Report of the tidal wave of Chili earthquake
 Civil Engineering Data Vol.2, No.12

Outline of Report

An earthquake occurred in Chili offshore at 23rd May 1960. The tidal wave by this earthquake came to the zone on the Pacific coast in Japan about half and twenty-two hours later.

Especially, on the Sanriku coast, the tidal wave was large and the damage was so.

The first investigation group in Research Institute looked up Miyagi prefecture and a part of Iwate prefecture from 26th May to 28th May.

The second investigation group, which is composed of two groups, looked up the damage by earthquake in Iwate, Miyagi, Fukushima prefecture from 18th June to 26th June.

Tidal Wave

The tidal wave was produced by the earthquake, which occurred in the middle Chili offshore of South America (Lat 37° S, Long 73° W) at 4:10 in the morning 23rd.

The duration of this tidal wave was very long. Every record presented for 24 hours and have a tendency to go on.

Obtaining an average of the first five waves, the periodic time is 36 minutes at Hachinohe and Tsukihama and 42 minutes in Kuji and 40 minutes almost.

The record of tide gauge was almost imperfect, so we cannot know clearly. But the maximum amplitude at Tsukihama recorded 3m.

It was seen that the places of the considerable damage had a tendency to be on the inner part of the comparative secluded deep bay.

That is the feature of this tidal waves. When the earthquake happened in 1933, the damage concentrated at the place to the open sea and small secluded bay.

It is considered that, for a cause, the period of this tidal wave is comparatively long and corresponds to eigen period of the secluded deep bay and caused resonance phenomenon.

State of damage

The damage of levee revetment was overturned by an ebb tide and was broken the empty stone-wall of backfill by overflow and corrosion of ground of toe of slope of backfill.

That example are numerous.

The region of the damage distributed wider than usual tidal wave. Especially Sanriku in Tohoku district and Hokkaido district had large damage.

As the alarm of the tidal wave was delayed, the damage of human lives, houses and ships were conspicuous. Public civil establishments were comparatively few.

Sum of the damage

Public Civil Establishment total 274,172 x 10 thousand yen

	coast	river	road	bridge	total
Hokkaido	1,184	70	47	68	1,369
Iwate	87	53	315	45	500
Miyagi	132	184	117	83	516

Sum of the damage of Japan National Railway 290

dead person	114 persons
lost person	25
completely destroyed houses	1,573 houses
partially destroyed houses	2,191
efflux houses	1,259

Reference material

Journal of Japan society of civil engineers

News - Vol.45 June 1960 - 6

Outline of Report

An earthquake occurred in east-south in Kyushu at about eleven past three in the morning twenty-seventh February 1961. This earthquake brought collapse of houses and mountainous region and some damage of civil structures in Miyazaki prefecture.

Research Institute investigated damage of civil structures in Miyazaki prefecture from 2nd March to 7th March and from 9th March to 11th March. This is prompt report of investigation.

Earthquake

The seismic centre was in the bottom of the sea from Miyazaki to 35km south east (Long $131^{\circ} 51'$, Lat $31^{\circ} 36'$). The depth of the sea is from 10km - 17km.

Seismic coefficient was V at Miyazaki and IV at Uwajima, Saga, Aso, Oita, Kagoshima and a part of Miyazaki.

Maximum acceleration at earthquake time was over 300gal (seismic coefficient VI) in some places. The scale of the earthquake (magnitude) was 7.2.

Along Hyuganada the tidal wave came from 3 minutes to 7 minutes after occurrence of the earthquake. Maximum wave height was 100 - 150cm and period was about 30 minutes.

Nature of soil and ground

Miyazaki prefecture is separated three parts in topography. Hyuga mountainous region is composed of the Paleozoic layer and the Mesozoic layer. Minami Nakayama mountainous region is composed of the rock of the old third layer.

There is Miyazaki plain on the hill which is composed of Miyazaki layer group of the new third layer.

There are the alluvial formation of belt along terrace, rivers and coast of south Hyuganada, which is composed of sand layer of the Pleistocene epoch.

Miyazaki layer group widely distributed for foundation of the affected district of this earthquake. And Miyazaki layer is composed of sandy stone, muddy stone and alternate layer. Conglomerate layer of the Pleistocene epoch is on this Miyazaki layer group for 5cm. The alluvial formation is on conglomerate layer of the Pleistocene epoch about 15 - 14cm.

State of damage

This earthquake was severe in seismic coefficient, but the damage was light unexpectedly.

Investigating the damage of civil structures, we could see that in road there were cracks of concrete pavement and there were outbreak of the wide crevice between pavement and shoulders and in bridge the damage were light and in soil structure there were cracks at crown of levee and slope.

Sum of damage

Sum of damage in Miyazaki prefecture

civil section	
agriculture and forestry section	27,219 x thousand yen
fisheries facilities	21,300
educational facilities	415
architectural section	11,342
electric facilities	13,524
correspondent facilities	5,950
railway facilities	2,024
goods	81,000
total	163,774

dead persons	1 person
the wounded	4
completely destroyed houses	0 house
partially destroyed houses	4 houses

Data No.7 The collapse of a mountainous region by Kitamino earthquake
Civil Engineering Information Vol.30, No.11

Outline of Report

An earthquake occurred in the mountainous region of prefecture boundary among Gifu, Fukui and Ishikawa prefecture at about twenty-three minutes past two in the afternoon nineteenth August 1961.

Many collapses were occurred in mountainous region by this earthquake.

If a concentrate heavy rain fell in this region, these collapsed soil would be carried away to the downstream and injured considerably.

So, this region were reconnoitered and the scale and degree of risk were investigated. This report was gotten by this reconnaissance.

Earthquake

Seismic centre was the mountainous region (Long 136° 46' Lat 30° 01' N), and the depth was about 40km. The scale of this earthquake was 7.2 in magnitude.

It is said that the scale of this earthquake is as large as the scale of Fukui earthquake. But it seems that the damage was lighter than the earthquake of the same scale.

Nature soil and ground

Igneous rocks of Mesozoic era and alluvial rocks, which belong to Tedorì layer group, distributed on the line of Uchinami river of the river system of Kuzuryu river which is covered with the widely distributed third andesite Akaiwa sand rock layer and Kuwajima sand rock and shale of Tedorì layer group distributed on the foundation of the line of Ushikubi river of the river system of Tedorì river.

Quartz porphyry, which distributed widely from west Chuo Alps to Hida plateau, and granite, which pass through sekiei hangan, distributed on the foundation of the line of Ojìro river of the river system of Sho river which is covered with belch of Hakusan volcano.

State of damage

In line of Namiuchi river in Fukui prefecture, the collapse of a mountainous region was the most damaged region. Soil and stone of the collapse were left on the roads, so many roads couldn't pass through. A lot of rock and stone of the collapse were seen in soil and sand of the collapse.

Tedorì layer group was destroyed by landslide on a large scale. The pushed uncoagulated accumulation of soil and stone covered this Tedorì layer group.

The damage for civil structures was seen only at hydro structures (hydro-electric power, dam). The damage of roads, railways and bridges were few.

Sum of Structure

Restoration cost of hydro-structures are about a hundred million yen.

Reference data

About Kitamino earthquake

Journal of Japan society of civil engineers vol.48 Oct.

by The engineering committee of resistance of earthquake
in Japan society of civil engineers

Data	Investigation of earthquake damage of Tohoku earthquake		
No.8	No.1	Vol.4, No.10	Civil Engineering Information
	No.2	Vol.4, No.11	

Outline of Report

An earthquake, that seismic centre was north Miyagi prefecture, occurred at about twenty-six minutes past eleven in the morning 30th April 1962. The earthquake brought damages of human life and articles.

Public Works Research Institute made field investigation from 2nd May to 4th May. This report is outline of the investigation.

Earthquake

Seismic centre was the interior of north Miyagi prefecture (Long $141^{\circ} 10'$ E, Lat $38^{\circ} 70'$ N), and the depth was about 10km. And the centre of this earthquake was at alluvial formation along the right of the main stream of Kitakami river, so the earthquake motion was severe in this neighbourhood.

Magnitude of this earthquake was 6.4. Sendai, Ishinomaki, Mizusawa, Fukushima and Morioka was IV in the seismic coefficient. The seismic coefficient V was local, so Meteorological observatory could not record. But it is considered that the seismic coefficient V and more V were in the neighbourhood of seismic centre.

Nature of soil and ground

Most of nature of soil in the neighbourhood of seismic center was composed of the third layer. It seems that the ground is very strong for earthquake. But surface layer is mainly composed of loam layer and a part, which was swamps in older times, exposes as corrosion layer.

Therefore it is considered that corrosion layer and loam layer, which have many clay and many slit, are very sensitive for earthquake.

State of damage

This earthquake was comparatively large. But this earthquake was far away from city, so total of damage was comparatively small. As the damage of civil structures, the supporting points of Ego bridge and Kino bridge under bridge damaged.

The damage of road pavement was that it is need not to stop the traffic except a part, which is the neighbourhood of seismic centre.

Under embankment and river structures, the damage of levee body banking itself was the crack of levee body and slope sliding and settlement in accompanying of the crack of levee body.

And revetment, retaining wall and sluice was damaged by vibration and deformation of levee body.

Sum of damage

total of damage in Miyagi prefecture

total 4,049,244 x thousand yen

agriculture section	524,607	x thousand yen
forestry and control of mountain section	9,275	
education section	199,046	
civil section	(river 670,692 road 101,765 bridge 43,090)	815,547

water work section	12,389 x thousand yen
commerce and industry section	213,894
damage of houses	2,274,486
dead persons	3 persons
completely destroyed damage	369 houses
partially destroyed damage	1,542

Data Investigation Report of Niigata earthquake
 No.9 Report of P.W.R.I., Vol.125
 Investigation News of Niigata earthquake
 Civil Engineering Information, Vol.6, No.7

Outline of Report

An earthquake occurred at about 2 minutes past one in the afternoon 16th June 1964. This earthquake damaged mainly from center of Niigata prefecture along Nihon sea to Yamagata prefecture.

Public Works Research Institute investigated the damage. This result of the investigation was collected on investigation News and the analysis of the result of the investigation was reported on Report of P.W.R.I.

Earthquake

The centre of earthquake was the bottom of the sea in the neighbourhood of Kurishima in Niigata prefecture (Long 139° 20' E, Lati 38° 40' N). The depth of the bottom of the sea was about 40km.

The scale of the earthquake was 7.7 in magnitude.

In the distribution of seismic coefficient, Niigata, Sakata, Sendai and Aikawa was V and Fukushima, Onahama, Maebashi, Ishinomaki, Yamagata, Nagano, Akita, Morioka, Takada, Kakioka, Shirakawa, Wajima and Aizuwakamatsu was IV.

At Kurishima and Oyama in Yamagata prefecture, disastrous earthquake of seismic coefficient IV was locally recorded in part.

After the occurrence of this earthquake, the tidal wave came to Hokuriku region and Tohoku region on Nihon sea about one hour later.

In the neighbourhood of the earthquake, the height of wave of measure with the eyes was from 3m to 4m.

The other coast was from 1m to 2m.

Nature of soil and ground

This earthquake damaged Tohoku and Hokuriku region on Nihon sea. The large damaged cities like Niigata and Sakata was constructed on sandhill.

Especially Niigata was at the mouth of Shinano river and the weak ground distributed along Shinano river. On all over Niigata city, the newest alluvial formation was for about 100m. The thickness of the alluvial formation with the progress of Murakami city of north go thick.

In the mountainous region of the neighbourhood in Murakami city rocks of the pre third layer expose.

The character of the alluvial formation in Niigata city is to be composed of sandy soil for the most part and to be high at the height of subterranean water.

The damage of this earthquake was settlement of building, cracks of foundation and fire of oil tank. Every damage was destruction of ground by earthquake, in other words there were modern cities on the weak ground and the cities were damaged. This damages was the destruction of ground rather than earthquake.

Sum of damage*				Niigata	
Restriction cost of road damage	2,374	x million yen		(2,018)	
Restriction cost of bridge and tunnel	1,387			(911)	
Restriction cost of river	5,316				
Sum of damage of railway establishment	7,600				
Sum of damage of harbour establishment	22,000			Niigata harbour	(21,800)
Agriculture section	15,400				
Sum of damage of factory in Niigata city	16,400				
Sum of damage of water works in Niigata city	2,366				
	prefecture	Niigata	Yamagata	Akita	Fukushima
dead persons		14	9	5	0
completely destroyed houses		3,018	486	19	11
partially destroyed houses		9,715	1,189	73	9

* Investigation Report of the damage of Niigata earthquake
Japan Society of civil engineers. 1964

Data No.10 The Investigation of Ebino Earthquake Swarm, February-March, 1968
Report of the member of Public Works Research
Institute in 1968
Investigation Report of Damage of Ebino earthquake
Report of the member of Public Works Research
Institute in 1968

Outline of Report

An earthquake occurred at Masaki in Ebino town from fifty-one minutes past eight to forty-five minutes past ten in the morning twenty first February 1968. Seismic coefficient were V and VI.

A severe earthquake occurred in the neighbourhood of the boundary of Miyazaki prefecture, Kagoshima prefecture and Kumamoto prefecture at nineteen minutes past seven in the afternoon twenty-second February 1968. This report collected the damage of these earthquake.

Earthquake

Meteorological Observatory concluded that principal shock occurred at forty-five minutes past ten in the morning 21st February and before shock is occurred at fifty-one minutes past eight in the morning 21st February and the after shock occurred at nineteen minutes past seven in the afternoon 22nd February.

The magnitude of these earthquake were 6.1 in principal shock, 5.6 in before shock and 5.5 in the secondary shock. Seismic coefficient distributed locally that it is V or VI in Ebino and Hitoyoshi.

Nature of soil and ground

Kakuto layer group and Hyuga loam layer were in a line, getting in between the alluvial formation of the basin of Sendai river and were parallel to Sendai river. Kakuto layer group is so-called Shirasu.

The region of Masaki and Yoshimatsu, where the damage concentrated, was on the region of the alluvial formation. The region, where a landslide occurred, is involved in Kakuto layer group. The other hand, Okamoto village, where is on Hyuga loam layer, was few in the damage.

State of damage

Especially Ebino town in Miyazaki prefecture and Yoshimatsu town in Kagoshima prefecture damaged on large scale. At Masaki region in Ebino town, the rate of the completely destroyed houses is 13.5 per cent. The rate of the completely destroyed houses within a radius of 2km of Kyomachi station is 30 per cent over.

And the phenomena of a landslide were conspicuous. The landslide occurred as if it were cut perpendicularly, for these region were zone of Shirasu. As the other accidents of ground it is seen the spurt of ground water.

Sum of damage

dead persons	3 persons
seriously wounded persons	41
completely destroyed houses	447 houses
partially destroyed houses	921

Outline of Report

An large scale earthquake occurred at 49 minutes past 9 in the morning and 39 minutes past 7 in the afternoon 16th May 1968. This earthquake damaged Aomori prefecture, Iwate prefecture, Miyagi prefecture, Akita prefecture and Hokkaido. This report was made by the prompt record of investigation of Aomori and other cities.

Earthquake

The center of this earthquake was at off Erimo promontory in Hokkaido. (Long. $143^{\circ} 70'$ E, Lat. $40^{\circ} 70'$ N) and the depth was about 20km. Magnitude of the principal shock was 7.8 and the magnitude of the after shock was 7.5. This earthquake was a large scale.

Seismic coefficient of the principal shock was VI at Tomakomai, V at Urakawa, Morioka, Hiroo, Hakodate, Hachinohe and Aomori. And seismic coefficient of the secondary shock was V at Urakawa and Hiroo.

This principal shock and the after shock brought about the tidal waves. The tidal waves, which were over 2m, came to the coast of Sanriku.

Nature of soil and ground

The base of the region of hill in east Aomori prefecture is the third layer. There are diluvium (Sambongi layer, Numasaki layer, Narasaki layer) on the plateau for about 50m. Surface layer is so-called the layer of volcanic ashes and heap within several meters. Surface soil is composed of soil of eruption of the volcano in Nasu volcanic zone, which is so-called Kureboku. The soil of eruption is a heap about scores cm and porous and high ratio of water contained.

Along the large river, it was eroded about maximum fifty meters from the face of the mean third layer. The first is the layer of clay of heap and sand of heap, which is character of river, is on the layer of clay.

State of damage

As the special condition, which influenced the damage of this earthquake, it rained much directly before the occurrence of this earthquake.

The center of this earthquake was in the neighbourhood of east Aomori prefecture and amount of rain-fall was about from 100mm to 20mm in the same place.

The damage of railway was many at the region of the new constructed banking. The damage of road was conspicuous in the damage of banking on the saturated weak ground. In the damage of river liquid phenomena of sand layer of high ratio of water contained influenced.

The damage of buildings were Hakodate College building of four stories and office of Mutsu city, which had constructed with the newest technology of architecture. Therefore, the investigation of the cause is needed from now.

Sum of damage*

The committee of damage proof of center

The headquarters of counter-measure in case of emergency at off Tokachi earthquake.
22nd May 1968

dead and lost	52 persons	Aomori Pre. (47)
completely destroyed houses	676 houses	(657)
partially destroyed houses	2,994 houses	(2,900)
sum of damage in Aomori prefecture (prefecture report 30th May 1968)	531 x hundred million yen	
damage of river, road, seashore, dam and sand arrestation	51 x hundred million yen	
damage of harbour	22 x hundred million yen	
agriculture and forestry	173 x hundred million yen	
Japan National Railway	134 x hundred million yen	
commerce and industry	79 x hundred million yen	

The damage of public civil establishment 10th June

	road	bridge	river	seashore	total
Hokkaido	31,936	20,618	14,536	8,300	78,429
Aomori	116,706	18,777	134,385	22,480	292,347
Iwate	3,418	1,900	3,618	190	9,126
Miyagi	-	510	-	-	510
Akita	460	300	-	-	760
total	152,520	421,150	152,539	30,970	

* Road vol.11, 1968

"The damage of off Tokachi earthquake 1968"

by Eiichi Kuribayashi