

十勝沖地震 (1968) 震害調査報告—土木班

Report on Inspection on Damages due to the Off-Tokachi earthquake (1968) mainly on Damages to Civil Engineering Structures

岡本 舜三*・田村 重四郎*

Shunzo OKAMOTO and Choshiro TAMURA

土木構造物を主として、十勝沖地震 (1968) 震害調査を行なった。約一週間にわたる現地踏査と蒐集した資料に基づいて、見聞した情報および考察を加えて報告する。

まえがき

この報告書をまとめるにあたり、震災を受けられた東北、北海道の方々に心からお見舞申し上げるとともに、地震発生後ただちに学術調査団の派遣を許可された東京大学生産技術研究所長菊池真一博士に謝意を表す。

1. 十勝沖地震調査団の派遣

当研究所には地震工学に関連する部門が建築、土木、機械工学の各分野にわたって、3部門あり、平素から ERS (Earthquake Resistant Structure Research Center) なる研究班を作って総合研究を行なってきた。今回の地震発生とともに ERS が中心となって現地調査を行なうことになり、土木班 (岡本教授、田村助教ほか7名) が5月19日より23日まで、建築班 (田中教授、岡田講師ほか5名) が5月19日より26日まで、機械班 (柴田助教、佐藤助教ほか) もまた現地に出張した。

今回の地震には国会、官庁、大学その他多くの機関から調査団が出ているので、当所調査団としては必ずしも震害をもれなく調査することを目的とはしなかった。

地震工学の将来の研究に役立つ資料をうるのがおもな目的であり、この報告では調査班の観察した現象をそのまま記述してある部分が多いが、震害に関する詳細な調査研究はそれぞれの分野においてなされるものである。なお、この調査は文部省科学研究費補助金を受けて行われた。

2. 地震の概要

中央気象台発表による十勝沖地震 (1968) の概要は次のごとくである。

発震時 43年5月16日 9時48分53秒
震央 N40°44' E143°35'
深さ 20 km
マグニチュード M=7.9

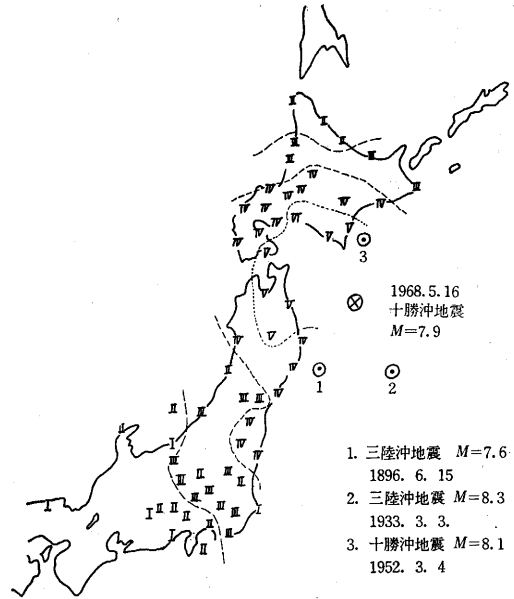
大きな余震として次の三つがある。

発震時 43年5月16日 19時39分1秒
震央 N41°25' E142°51'
深さ 40 km
マグニチュード M=7.5

V浦河、広尾、IV秋田、福島、釧路、俱知安、大船渡、盛岡、苦小牧、函館、旭川、森、八戸、青森、帯広。

発震時 43年5月17日 8時4分50秒
震央 N39°46' E143°29'
深さ 30 km
マグニチュード M=6.7

発震時 43年6月12日 22時42分
震央 N39°4' E143°3'



(気象庁調べ)

図1 十勝沖地震 (1968) 震度分布

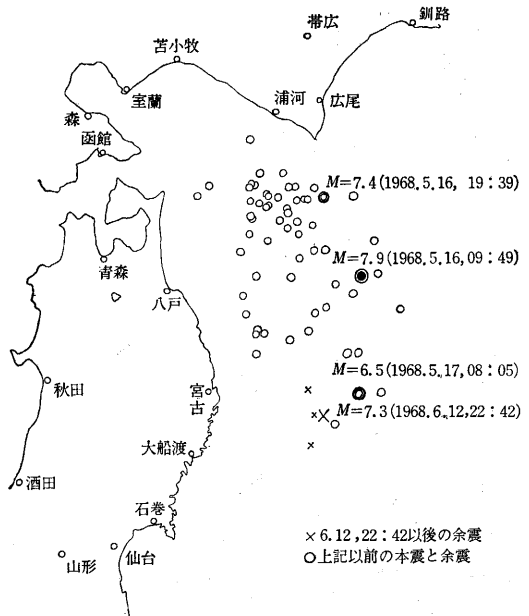


図2 十勝沖地震 (1968) の本震および余震の震央分布 (気象庁調べ)

* 東京大学生産技術研究所第1部

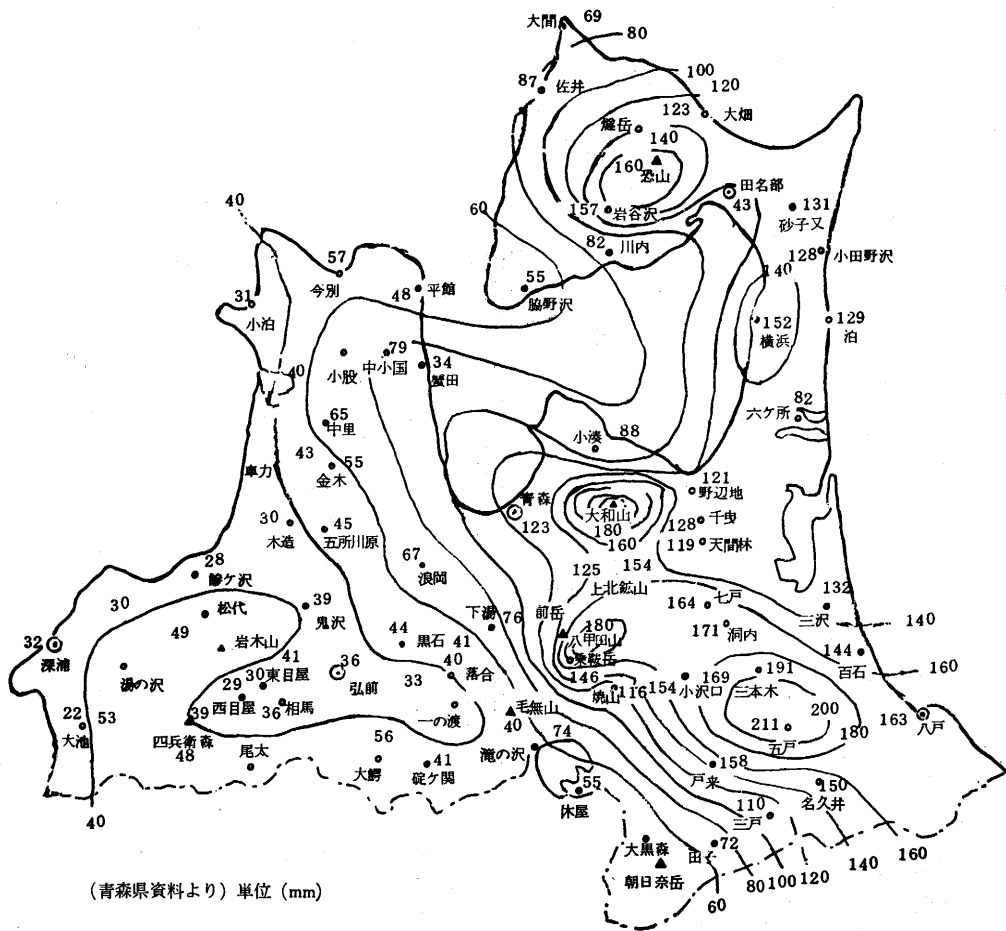


図3 昭和43年5月13日~15日における青森県下の雨量

深 さ 20 km
 マグニチュード M=7.3
 IV仙台, 盛岡, 八戸, 青森, 宮古。

3. 地震前後の気象と雨量

地震のあった5月中旬は、寒冷高気圧が北偏して北高型気圧配置となり、本州南岸沿いに走る前線上をしばしば低気圧が東進したため東風が吹くことが多く、低温多雨、寡照の悪天候が続いていた。

地震発生の3日前、5月13日朝より5月15日夜にかけて青森県東部を主体に100~200mmの記録的豪雨がかった。15日夕刻までに大和山263mm、薦246mm、五戸211mm、十和田市三本木 191mm、八戸 163mm、横浜 152mm、青森 123mm の降雨があったのである。地震発生の16日は、豪雨をもたらした低気圧は三陸沖に去り、オホーツク海上にあった1026mmバールの高気圧が北日本に張り出して気圧も急速に上昇し、気温はまだかなり低めであったがおだやかなよい天気であった。

5月11日から5月15日の間の、おもな地点での降雨量は表1のごとくである。

表1 (気象庁調べ)

地名	降雨量 (mm)	地名	降雨量 (mm)	地名	降雨量 (mm)
北海道		青森県		岩手県	
石狩支庁		川内	82	福島町	103
札幌	52	脇野沢	54	沼宮内	34
空知	46	横浜	152	盛岡	53
後志	27	野辺地	121	紫和	73
	74	天間林	119	花巻	53
	29	青森	123	一ノ関	86
	67	蟹田	84	宮古	98
根室	26	今別	57	釜石	131
釧路	36	車力	43	秋田県	
十勝	37	五所川原	45	秋田	47
	136	深浦	32	鷹巣	29
	128	弘前	36	大館	21
	111	落合	40	能代	39
胆振	45	三沢	132	角館	53
	68	百石	144	大曲	50
	120	八戸	163	本庄	36
日高	95	七戸	164	横手	39
	136	三本木	191	湯沢	26
	194	小沢口	170	宮城県	
渡島	60	五戸	211	仙台	50
檜山	31	三戸	110	角田	33
青森県		田子	72	気仙沼	99
大畑	122			小牛田	61
田名部	113			塩釜	60
				丸森	33

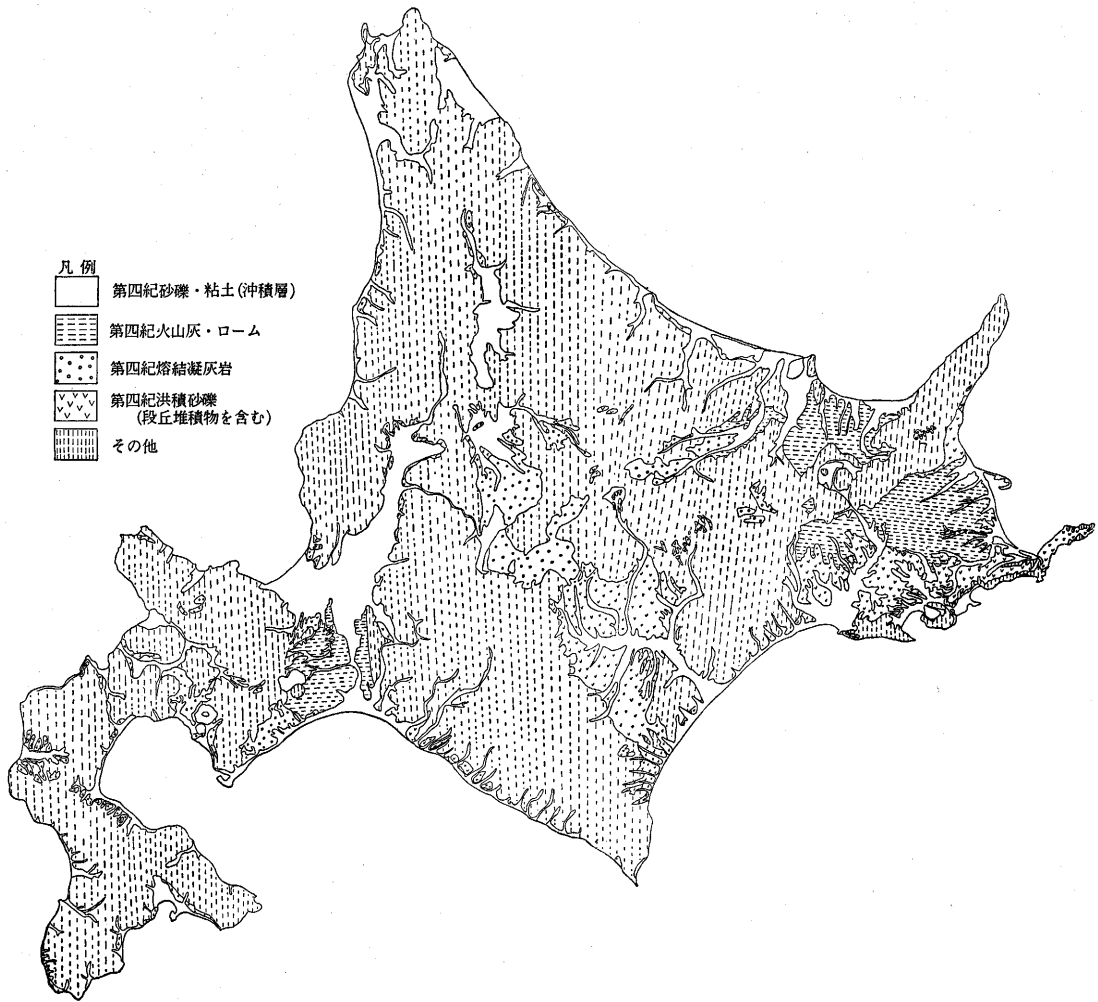


図4 北海道地方表層地質図

4. 災害を受けた地域の地質

北海道および東北地方の表層地質分類図を図4,5に示す。青森県の地質はほとんど新第三紀以降の時代の新しい地層より構成されていて、本地震で大きな被害を受けた青森県東部は、地形的には海拔100m以下の台地状の丘陵地帯となっていて、この地域では第3紀に属する岩石は八甲田・十和田火山群より噴出した火山岩類であって、十和田湖周辺にわずかにあるのみであり、大部分は、軟質の砂岩、シルト岩、凝灰岩、礫岩等の第3紀堆積岩類が基盤をなし、地表はほとんど第4紀の火山灰で覆われている。上北丘陵地域では奥入瀬川、五戸川、馬淵川等の河川が東西ないしは、東北東—西南西の方向に流下し、その沿岸には大規模な河岸段丘があって、細長い沖積平地が形成されている。

本図では震害と表層地質との関連を調査する目的で、いわゆる沖積層、第4紀の火山より噴出した火山灰・ローム、第四紀火山活動で生成した熔結凝灰岩、段丘堆積物を含めた洪積砂礫およびその他の5種に表層地質を分

類して示してある。昭和42年3月経済企画庁発行の土地分類図を使用した。

5. 津波

地震発生後25分にして第一波が到着した事が八戸において観測された。各地において観測された津波の最大波高、津波の最大のときの時刻は表2のごとくである。

表2 (気象庁調べ)

地名	第1波到達時間		最大波高(m)	津波の最大のときの時刻	地名	第1波到達時間		最大波高(m)	津波の最大のときの時刻
	h	m				h	m		
根室	10	41	1.11	12:00	函館	10	57	1.97以上	11:25
釧路	10	30	3.03	14:40	八戸	10	14	*2.88以上	11:30
苫小牧	10	39	0.48	15:00	宮古	10	20	*4.06以上	12:59
広見	10	42	2.55以上	11:25	大船渡	10	28	*2.28以上	11:00
室蘭	10	50	0.70	11:20	鮎川	10	42	2.56	10:50
森	10	55	1.18	11:20	小名浜	10	53	1.20以上	15:05

*は検潮記録振り切れのため津波の最大およびその時刻は推測による。

6. 震害の概要と分布

この報告を作成するに当たり次の資料を参照した。

- 昭和43年の十勝沖地震による被害調査
- 昭和43年青森県大震災 災害記録

青森県
青森県

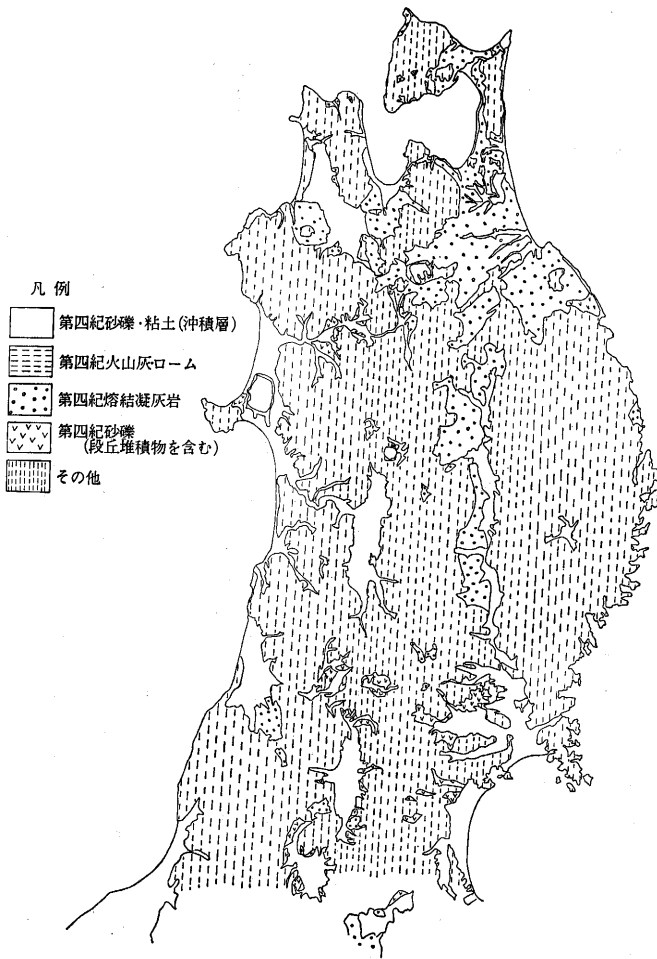


図5 東北地方表層地質図

1968年十勝沖地震(5月16日発生)被害状況

昭43.5.31現在 北海道
 被害総括表(昭和43年5月25日17時現在) 岩手県
 1968年十勝沖地震被害状況 5月23日現在 秋田県
 昭和43年発生十勝沖地震津波による水産関係総括表
 昭43.6.12現在 宮城県
 1968年十勝沖地震災害対策特別委員会資料 青森市
 1968年十勝沖地震による水道災害応急復旧工事現場写真並び
 に「1968年十勝沖地震」災害記録写真集 青森市
 朝日新聞, 毎日新聞, 東京新聞, 読売新聞, 東奥日報
 十勝沖地震の震害調査報告 1968.8

財団法人 電力中央研究所・技術研究所
 鉄道技術研究報告 1968.8 日本国有鉄道 鉄道技術研究所

最後の2文献については報告の中に一部を引用させていただいた。青森県下における灌漑用アースダムについては農林省農業土壌試験所、造構部より未発表の貴重な資料を見る機会を与えられ、発表する許可を与えられた事について、ここに謝意を表するものである。

なお、青森市よりおもに水道被害について貴重な多くの記録写真を提供された。ここにあわせて謝意を表する。

各地の被害状況は表3(次ページ)に示す。

これらの被害報告は市町村別に分けてあるので、この資料を基にして被害発生地点に被害箇所数あるいは被害棟数等を記入して示したのが図4~15である。もちろん被害の程度についてかなり調査担当者の主観も入り、また行政区によって評価が多少異なってくる事はやむを得ないが、災害の分布はほぼ把握されるであろう。マグニチュード、震央距離より次に示す坪井博士の式によって最大変位を計算して示したのが図の太い実線の同心円弧である。

$$\log_{10} A_m = M - 1.73 \log_{10} \Delta + 0.83$$

A_m : 震央より Δ km 離れた点での最大変位

M : マグニチュード

Δ : 震央よりの距離 (km)

また、細い実線の同心円弧は震央よりの距離である。

7. 被害分布

図3より見れば、青森東部の三戸一八甲田山一大和山一恐山を結ぶ線の東側ではほとんど100mmを越える降雨が地震直前にあり、地表層が火山灰、ピート等よりなっている地区の上北郡、三沢市、十和田市、八戸市、三戸郡等市町村には住宅被害が集中している。しかしながら東北地方の他の地区や北海道の一部を除けば、特に降雨量について注意を払う必要はないと考えられるし、地盤についても一般的なものとみなして、被害の分布状態について考察する。

i) 岩手県では東北本線にそって南北に細長い沖積層があり、被害もほぼこれにそっているが、いわゆる被害があると見られるのは盛岡以北と考えられる。坪井博士の式により得た最大振幅(計算値)は4.2cm程度である。しかしながら津軽半島西側、岩木川に沿った津軽平野においてかなり住宅被害が集中しているのが見られる。最大振幅(計算値)は3.6cm程度である。

また北海道における住宅被害の分布を見るに、石狩平野での石狩川沿いの集中的な被害をのぞけばほぼ最大振幅(計算値)3cmの範囲内に含まれる。

ii) 図16, 17に示されている学校被害分布図では数字は被災した学校の数を示し、小学校より高等学校までを含んでいる。

次のような仮定の下で分布図を検討する。

イ) 学校建築はだいたい似た形式で作られている。

ロ) 被害の調査が綿密に行なわれている。

この図より見ると被害校は比較的一様に震央を中心とした半径上に並び、最大振幅(計算値)2.3cmの範囲にほ

表 3 各地の被害状況

	死 者 (人)	行 方 不 明 (人)	負 傷 者 (人)	家 屋				非 住 家 被 害 (%)	農地被害		土 木 被 害					漁 船 被 害 (隻)	林業被害		水 道 (簡 易 水 道) (箇所)	学校被害			
				全 壊 (棟)	半 壊 及 び 損 傷 (%)	床 上 浸 水 (%)	床 下 浸 水 (%)		農 地 失 損 (ha)	農 地 冠 水 (ha)	河 川 (箇 所)	道 路 (%)	橋 梁 (%)	海 岸 (%)	港 湾 (%)		漁 港 (%)	治 山 (箇 所)		林 道 (箇 所)	小 学 校 (校)	中 学 校 (校)	高 等 学 校 (校)
北海道 石狩支庁 石狩市 札幌市 旭川市 留萌市 網走市 紋別市 十勝支庁 釧路市 根室市	2	0	133	110	405	91	0	209	65.7	914.6	23	60	32	12	18	4	59	33	36	13	413	210	100
青森県 青森市 八戸市 五所川原市 十和田市 三沢市 むつ市 津軽郡 西津軽郡 南津軽郡 上北郡 下北郡 三戸郡 中津軽郡	46	2	671	911	52,812	192	350	3,663	2,246.5	329	819	63	5	71		199	668	112		263	137	72	
岩手県 盛岡市 釜淵市 宮川市 大畑市 北岩手郡 上岩手郡 二岩手郡 上江刺郡 下江刺郡 九戸郡 陸奥市 前高田郡 高田郡 野田郡	2		4	11	341	93	124	118	16.3	19.2	4	86	3	2	9	35	1,036	(3.64ha)	30	3	147		
秋田県			2		4			3			4	1		1							18	15	11
宮城県	1		1			1	1	13	0.04				3				27			(38)			
埼玉県			2																				

- 1) 家屋被害で全壊、半壊には火災による全焼、半焼を含める。
- 2) 船被害で()書きは漁船の減失を示す。
- 3) 林業被害：治山で()書きは被害面積 (ha) を示す。
- 4) 水道 (簡易水道) で宮城県の () 書きは洩水その他の箇所数で他のものと異なる。
- 5) 青森県学校被害で () 書きは私立、県立、国立の高校の合計である。
- 6) 岩手県の学校被害は小・中・高等学校の合計である。

とんど含まれる。ただし、ごく少数のもの、および石狩川流域の一部が、この範囲を超えていることがわかった。

iii) 道路、橋梁、河川等の一般土木被害は、最大振幅 (計算値) 4 cm 程度の範囲におおむね含まれる。やはりこの場合も石狩川流域の被害状況は他と異なっている。土木被害のうち、部門別に眺めた場合被害分布状況の特殊なもの判断されるのは、水道、簡易水道の被害分

布である。すなわち石狩平野において道路その他の部門の被害に比して比較的多く、しかも一様に被害がある事、また東北地方に着目すると青森県西端、秋田市、宮城県北部にまで被害範囲が広がっており、最大振幅 (計算値) も 2.5cm と小さく、ほぼ学校被害の範囲に近いことがわかった。

この事は上下水道管、ガス管、地下送電線等地下構造

物、地下埋設物の建設に際しては耐震性に特に留意すべき事を示している。

以上被害状況と最大振幅との関連について調べたが、個々の構造について、巨視的あるいは局部的な地盤状態、施工方法、構造材料、設計方法等について、さらに検討する必要のある事はいうまでもない。

後にのべるように、盛岡の南々西約 18km にある山王海ダムで第 3 紀層上（おもに緑色凝灰岩上）で測定した加速度は N 69° W の方向で 62.5 gal であった。測定位置はおおむね最大振幅 4 cm の弧上にある。

(1) 一般被害

住宅の被害は岩手県北部の岩手郡西根町、岩手町が限界であり、それより南、盛岡の北の滝沢村あたりにも一部破損の被害が見られる。

住宅被害は震央より半径 280km の範囲（最大振幅約 3 cm）にほとんど含まれるが、なお北海道空知支庁管内、石狩平野（360km）ではま

注：数字は箇所数

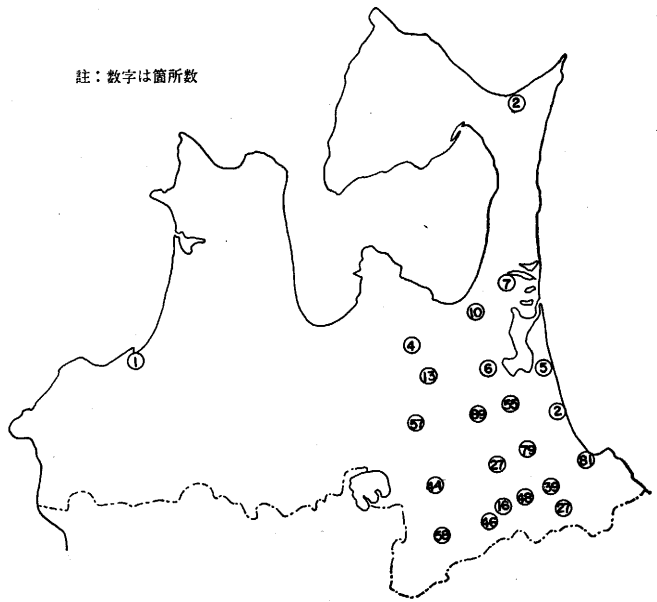


図 6 青森県下における山崩れ状況

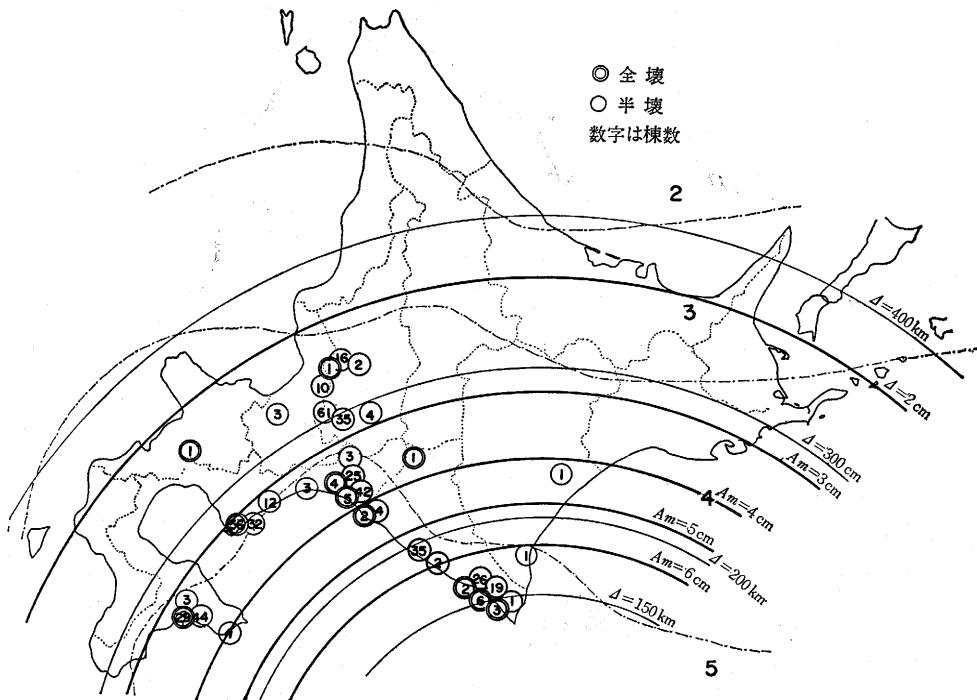


図 7 北海道における住宅被害分布

とまった住宅被害がある。

集中的災害を受けた青森県東部においては地震直前の 12 日より 15 日の間に多量の降雨があった。このため表層の火山灰土、ピートは水で飽和状態となっていた所、強震されたため、強度を減じ、山腹の崩落や土の流動化をまねき、土を主原因とした種々の被害が発生したものとみられる。

また、函館市において一番被害の多い若松町一帯は、昭和 33 年海岸を埋め立て造成した地区であって、まだ十分安定せずしかも軟弱な地盤の地区である。

住宅被害にはこの他三陸海岸に沿っては津波による破壊や浸水がある。さらに地震発生が午前 9 時 49 分という時であったため火災による被害の少なかったのは幸いという他はない。たとえば八戸では 4 カ所（内 2 カ所は菓

品の落下による発生), 三沢では2カ所しか発生せず, いずれも大事に至らず消し止めたのである。

調査班は, 山王海ダム調査のため紫波郡志和町に一泊したが, 宿舎(皆喜館)の被害並びに聞き込みによる調査は次のごときのものであった。

ダムは後にのべるようにこの地点より西9kmの所にあり, 岩盤上での加速度は S-69-E 方向で, 62.5gal である。

宿舎は田畑の中であって, 従って基礎は軟弱であり, この一帯の家屋には岩盤の上の加速度の2倍~3倍程度の大きな加速度が作用したと推定される。

木造2階建の宿舎では, 1階の壁にはクラックはまったく見られないが, 2階では直交する2面の土壁に斜めの亀裂が数条入っているのが見られた。これは家の上の部分が, よく揺れた事を示すものである。また庭には数コの石灯籠があったが, その内高さ2.4mの五重の塔のみ N 40°E 方向に倒壊した。いずれの灯籠もモルタルの filler, または他の filler が使用されていて坐りは良好であった。

また, 同町では瀬戸物屋の陶器が棚より落ちたという。地震動は上下動は小さく水平動で大きく, 老人等は歩行困難であったという。

調査班は志和町を出発, 矢巾町, 山北町を経て盛岡に入った。途中大きな農家が散見されたが, 外見上被害は認められず, 盛岡市中でも被害らしきものは認められなかった。市中でみた煉瓦造りの岩手銀行も少なくとも外見上には被害はなく, 震度5の評

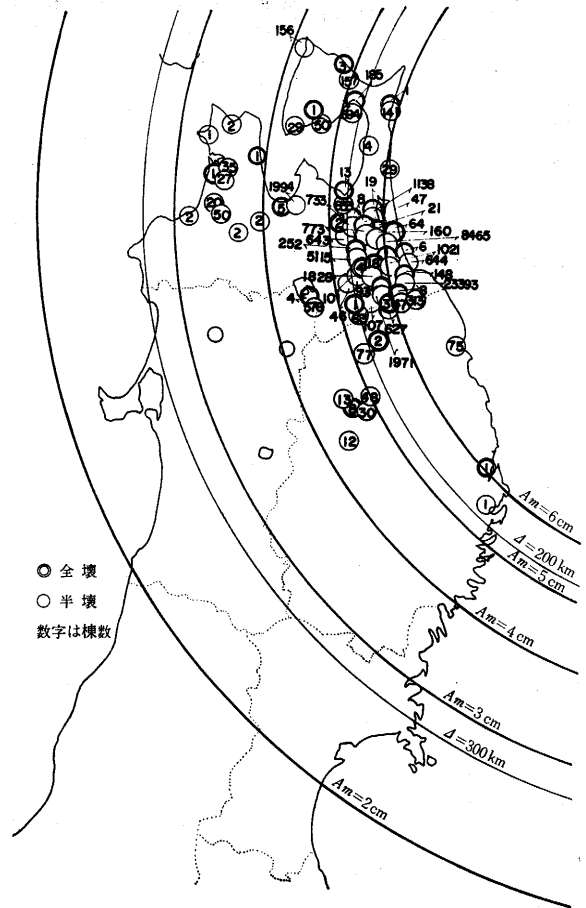


図8 東北地方における住宅被害分布

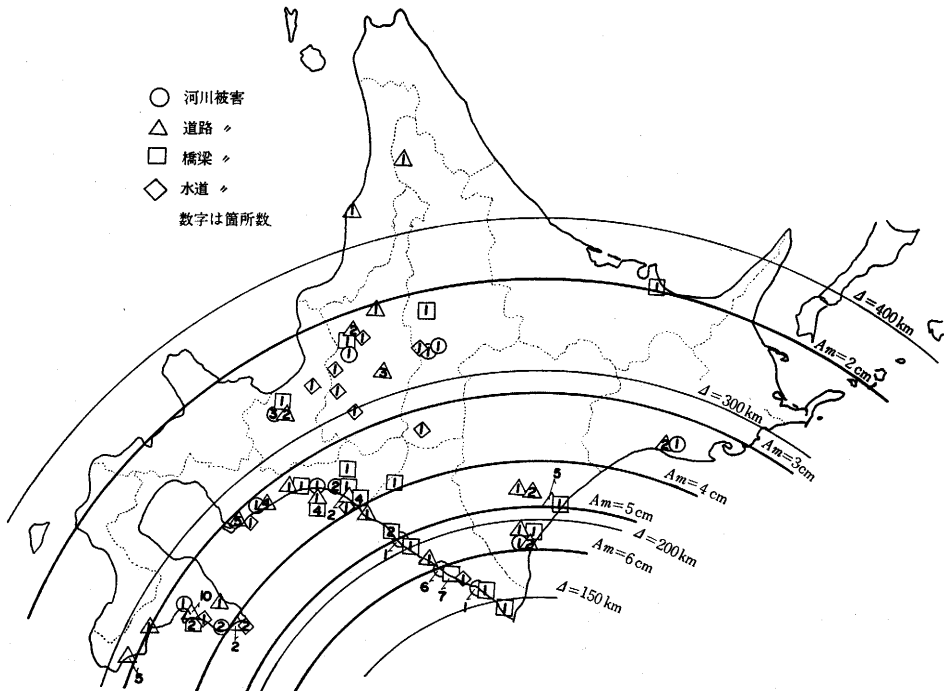


図9 北海道における土木被害分布(その1)

価は多少過大のように見受けられた。

国道4号線に沿って八戸に向かうが、途中かや葺きの大きな農家があるが外見上は被害を受けていないようであった。

さらに北上、金田一村上野に至って民家の壁に水平亀裂が入っているのが見られるようになった。金田一村では岩手県資料によると85戸の一部破損家屋があったという。

八戸市内では一般家屋のガラスの破損、屋根瓦のずれ等随所に見られ、かなり烈しく震動したと思われるが、ほとんど大部分の住家はトタン葺き屋根であり、修理が進んでいるとはいえ被害はそれほど大きいとは考えられなかった。にもかかわらず八戸タワーの頭部が挫屈したり、鉄筋コンクリートの市役所、図書館、体育館、デパート等は被害を受けており、被害は局部的地域に限られるのではないと思われる。

建築物の被害については、建築篇に詳報されている。市内小中野の宿舎での話のよれば、立っておられぬほど揺れた由であるが、土壁の亀裂はきわめて少ない。

港町より八戸港へ出て津波による被害を見て後、調査班は沼館および体育館前で、常時微動を測定した。沼館では馬淵川近くの田畑の中で測定を行なった。聞き込みによるとこの付近は烈しい短周期の震動があったというが、家の壁や外装モルタルに亀裂が見られない。馬淵川堤防では堤頂に沿って大きな亀裂が入っていた。

体育館については、近くに池があり堅い地盤とは見られぬので、正面に近い点で常時微動を測定した。体育館の本屋には被害はなかったが、付属建屋が沈下傾斜し、本屋との間に大きなすきまや亀裂を生じていた。

常時微動の周期一ひん度分布を図18, 19に示す。

沼館における常時微動の周期一ひん度分布は0.1~0.5 sec までほぼ一様であると見られる。体育館前においては0.2~0.5sec がほぼ一様であるが、1 sec 程度の長い周期をもつ成分も多く地盤の悪いことを示している。

鉄道被害の大きい尻内では、被害の様子から見て町の中で駅付近が一番被害を受けているようである。調査団の視察は22日であったが、鉄道施設についてすでにかなりの応急復旧処理が取られていたが、駅建屋はいうに及ばず周辺に建てられている鉄道の諸建物は不等沈下によって変形傾斜し、屋根瓦はずれ、一部舎屋は危険な状態であった。尻内駅前での聴取によると、地震によって戸がはずれ、幅0.52m、高さ1.04mの冷蔵庫が倒れたということが普通の計算では震度0.5以上という事になる。また尻内駅前の旅館では、障子戸の障子紙が縦方向に破れ、壁に大きい亀裂があったことからして、かなり家が

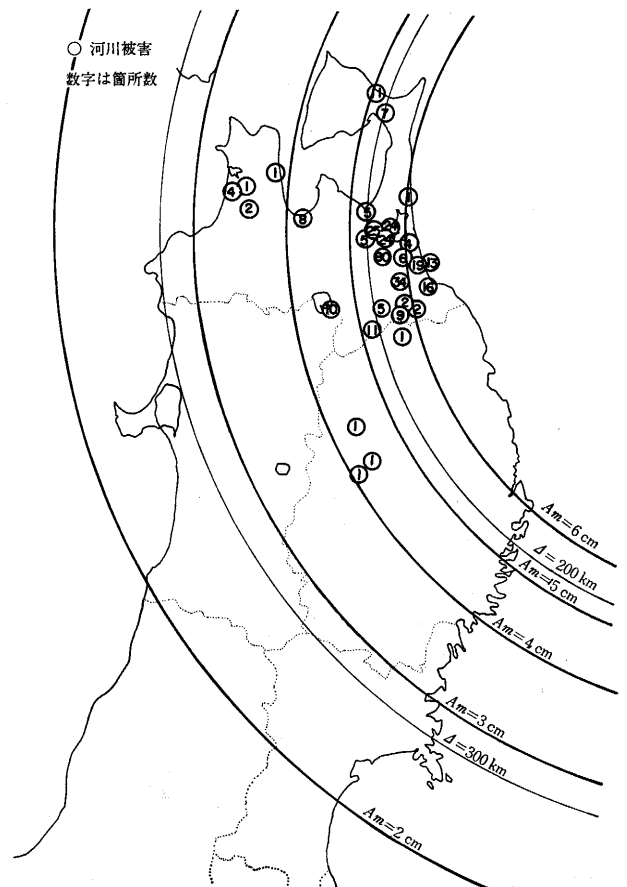


図10 東北地方における土木被害分布(その1)

ゆがんだものと見られる。調査班は尻内駅近く鉄道より約300m離れた田畑の中で常時微動を測定した。

三沢市での宿舎は木造モルタル2階建である。宿舎の壁の一部に亀裂がありタイル風呂、タイル便所には特に大きな亀裂が入り沈下していた。

付近の一般家屋では盛んに被害の修復作業が行なわれていた。三沢市の場合高台の家は上記程度の被害であったと見られるが、高台を囲んだ低地では、地盤が悪く、しかも地下水位が高く、地震時には泥水を吹き上げ、民家は不等沈下してゆがみ、屋根は波打ち瓦はずり落ちていた(三沢市新町一丁目)。

ここを通っている東北本線およびこれと平行して走る米軍三沢空港専用線については鉄道の項でのべる事とする。新町一丁目の合地の上に瑞泉寺という寺と墓地がある。この寺は南面して建ち、鉄筋コンクリート造りであるが、屋根はトタン葺である。寺の基礎は地山にほり込んであり、基礎は、周囲を鉄筋コンクリートで囲い、その中はブロックを積んで格子状に区切っている。テレビが倒れたそうであるが、RC柱に入った僅かなクラックと屋根を支える梁にコンクリートの剝離が見られたほかなんの被害も見当たらなかった。

この寺の境内にある数百の墓石は東西あるいは南北に

向いて建ててあるが、その大方は盛土して整地した所にあり、ごく一部が切土上にある。切土上にあった墓は倒れず、盛土して造成した部分では頭部の墓石がほとんど転落した。ほとんどの墓石が時計と逆方向に回転している。墓石の寸法はどれもほぼ同じで縦、横、高さの比は大体 1:1:(2.5~3) であって、寸法比より推して盛土造成地では0.3~0.4g以上の震度があったものと思われる。聞込みによれば周期の短い振動であったという。

この寺と同じ高台上にあった上久保小学校(鉄筋コンクリート3階)は、1階と2階との間で斜めに亀裂が入り、体育館の柱では鉄筋が露出していた。

調査班は瑞泉寺境内並びに直下にある新町一丁目において常時微動を測定した。周期一ひん度分布は、図21, 22に示す。これはほとんど同一地点にもかかわらず、地震動の性質が著しく異なる事を示しておる。新町一丁目においては、周波数分布が比較的平で1.4secの長い振動の存在が認められるが、瑞泉寺においては0.1~0.2secで著しい peak のある事がわかる。

上北町に行くため迂回路を取った調査団は新山で農業灌漑水路が破壊しているのに出会った。この水路は写真で見ると内径64cm、長3.12mのヒューム管を半分に切って、ソケット式に次々につないだものであり落橋部分の高さは1.12mである。ソケットが抜けて全体で25個の函渠がおちていた。新潟地震における昭和の大橋の落橋の状況によく似ている。水路の方向には N 30°E、これに直角のもの、ほぼ南北のものなどがあるが、おちていたのは N 30°E のものである。この地点より見た震源方向はほぼ真東であって震源までの距離は約 210 km である。この水路が道を横切る所はサイフォンになっていて、1.70m×1.40m、深さ約 4 m のコンクリート矩形槽があるが、矩形槽の壁から1.6~2mはなれた地面には亀裂が残っており、ゆすりこんだように地面が沈下している。

地表の支台の上の管路と、サイフォン部とが異なった動きをしたため、サイフォン部と管路との取付けがはずれ、ヒューム管がつきはぎと抜け落ちたものと考えられる。支台と管路のずれはこのサイフォンの所で 31.5 cm であった。

上北町から東北本線に沿って三沢に至る間、道路欠潰、鉄道盛土の被害が大であるにかかわらず、民家の被害は概して軽微のように見られる。

三沢より十和田観光電鉄に沿って十和田に至る間、十和田観光電鉄は、いたる所盛土沈下、法面滑動、崩壊等を起こし、古里近傍では舗装道路は横断亀裂の入っているのが見られた。

この道路が十和田市街に入っている部分では民家は著

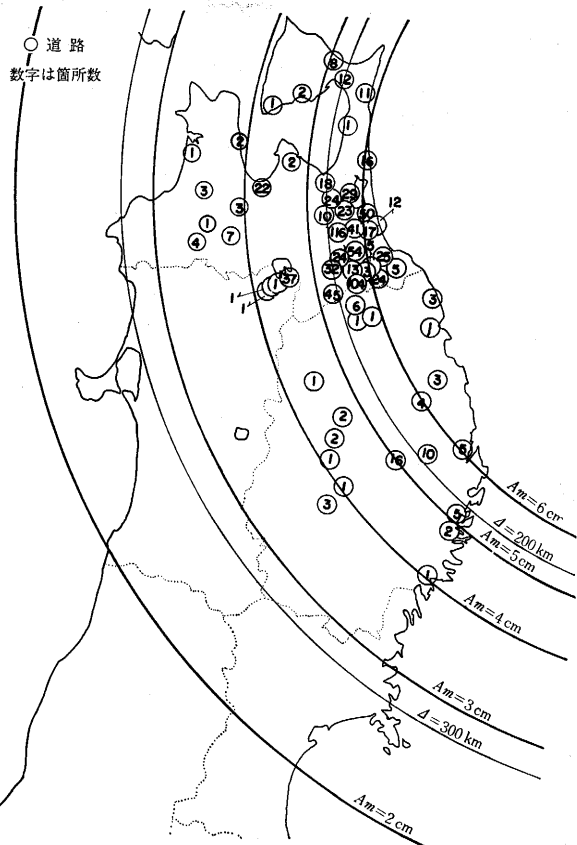


図11 東北地方における土木被害分布(その2)

しい震害を受けている。ほとんどの家に不等沈下、傾斜、亀裂が見られ、明らかにせん断作用により破壊したと見られる家がいくつかあった。

同地にある稲荷神社も、戸扉がせん断変形し、神社入口の高さ約10m、直径75cmの鉄筋コンクリート造り鳥居は下部で亀裂が入って、コンクリートがはく落し鉄筋が露出していた。柱には水平亀裂があって明らかに曲げ破壊と見られる。石灯笼や石造り塀はすべて同方向に倒れ、鉄筋入り5段積みブロック塀も倒壊した(倒れた方向は N 70°E でほぼ震源の方向)。また、この付近の下水溝では両側のコンクリート壁が損傷し、周辺の土が沈下していた。

神社境内において測定した常時微動の周波数分布は図のごとくである。しかしながら、十和田市の繁華街は被害は少ないようであって被害状況が場所によってかなり異なっている事を示している。

国道四号を南下し扇田に至る間、国道四号には各所に法崩れあり、崩れた土(黒色のピート)が田んぼをなだれのようにおおっていた。また、奥入瀬川支流にかかる鉄筋コンクリート橋の取付部の崩壊があり、この河川堤防には堤頂に大きい縦亀裂が入っていた。またあまり高くない丘が東側につづくが、随所につけ崩れが見え、黒

い土や褐色の土が崩土となってたまっていた。山崩れのための最も悲惨な目にあっているのは五戸町志戸岸部落である。志戸岸では県道の南側は田圃，北側は丘陵で，道の両側や丘陵斜面に民家がある。北側の丘陵に山崩れと斜面の地すべりがあり，斜面には幾条も亀裂がある。山崩れをおこした所には切りたった褐色の山肌が露出しており，すべり出している土は黒いピートである。土地がすべり出したため民家はこれに抗すすべもなく道路ぞい約 200m にわたり大破し惨憺たるさまをなしている。なお，道の南側の田圃を隔てた対岸の丘陵にも大規模な斜面の崩落が見られた。家がないので問題にされないが内容的には志戸岸のものと同じものである。なお，この道路に平行して南部鉄道が走っているが，高い盛土が各所で崩れレールと枕木が宙づりになっているのが見られた。

十和田市から十和田湖に向かう国道 102 号にも所々に道路欠潰があるが，民家の被害はないようである。奥入瀬渓谷が湖水のごく近くに高いがけが切り立っているが，地震のため表面が崩れ落石して危険状態にあった。

十和田南駅に向かう国道 103 号でもなお道路欠潰がときどきある。民家には被害がないようである。この辺がおおよそ一般土木被害の西端ではなかろうか。

(2) 道路

道路はこの地震で，被害の大きかったものの一つである。道路被害分布図を見れば，住宅の被害分布に類似してほぼ半径 280km の範囲内にあり，坪井博士の式で計算した最大振幅 3 cm の区域内で被害が起こっている。東北地方の被害の限界線は県の資料によれば，秋田県で十和田町小坂，岩手県で岩手郡松尾村，滝沢村，紫波郡志和町，和賀郡東和村，北上市，上閉伊郡宮守村等を結ぶ線である。

青森県の資料によれば建設省国道関係被害は 4 号線，7 号線，104 号線，45 号線で合計 164 箇所の被害があった。被害は二つの点から調査される必要がある。すなわち一つは青森県東部における被害の集中に関するものであり他は一般的条件での道路被害の原因の究明である。もちろん，それぞれ独立した課題ではないが，前者は築堤材料，地方の地質条件，降雨等と重要な関連があると見られている。

調査班が国道 4 号線を北上して最初に道路被害に出あったのは岩手県岩手郡沼宮内においてであって，南北に走るコンクリート舗装道路の西側が法肩および法面の崩壊を起こしていた。この道路の東側は約 3 m ほど上がって東北本線が通り，西側の法面は高さ約 7 m で下は田圃となっている。ただし，西側の法面にはコンクリート枠

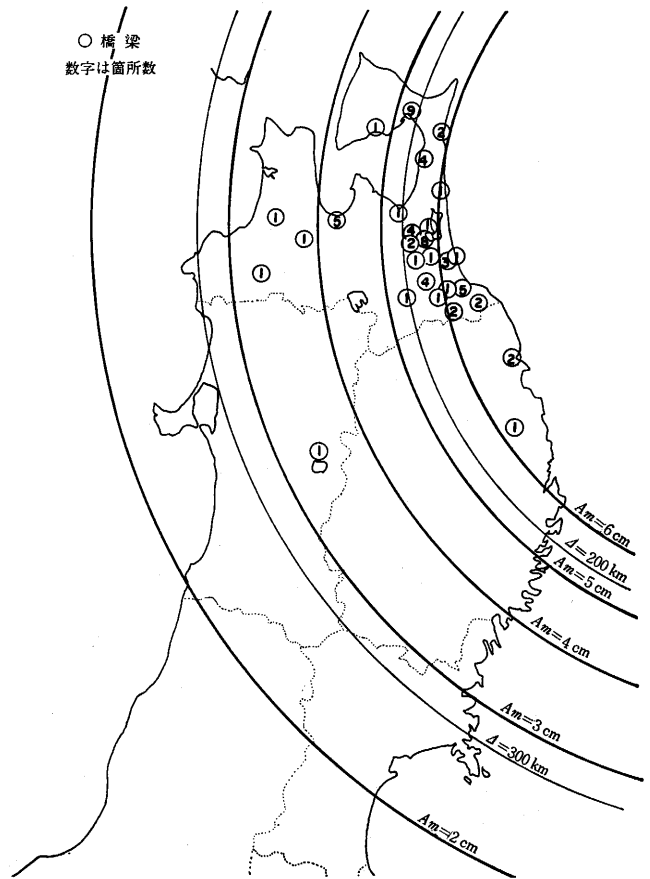


図12 東北地方における土木被害分布 (その 3)

が作られ，その枠内には玉石がつめてあり，これによって法面を保護している事から推して，日頃より注意箇所であった事が推定されるのである。吉谷池にて国道の西側が同様に法崩れを起こしていた。法面は木杭を打ち込んで保護してあるが，杭の列に沿って大きく亀裂が入り，法面是一群の杭をのせたまま滑動していた。舗装下部の築堤材料は砂質ロームであり，滑動した部分の上層部は黒ぼくといわれるピートであった。

一戸町小繋地先で 4 号線と東北本線が交差している点で 6 径間連続曲線型の跨線橋小繋橋が架設されている。鉄筋コンクリートスラブ橋であるが，スラブの厚さより推定すると有孔スラブを採用しているものと見られる。5 本のピヤーの高さはほぼ 7~8 m で非常に薄い。水平力は連続橋の一端にあるラーメン式橋台が受けているものと思われる。この橋は最近の設計によって造られているものであろう。調査の結果，なんの損傷もこうむっていないことがわかった。

鳥越観音付近に達すると国道の各所に路肩くずれが見られるようになった。

道路の法面滑動は金田一村に入ると急激に増し，目時において本調査で最も規模の大きい道路の崩壊があった。青森方に向かって国道の盛土 (高さ 4 m 位) の左側

半分が70~80mにわたって完全に崩壊し、築堤土は法面保護のために設けた木杭群を載せたまま、道路下の田圃上を横に移動し、およそ道路より100m以上の点にまで運ばれている。にもかかわらず築堤下の軟弱な基盤の破壊は見られないようである。調査班は田圃上を運ばれて行った土を採取したが、いわゆるピートと呼ばれるものであった。

この辺より国道の亀裂、沈下、滑動は随所に見られるようになった。相内において国道の法面滑動と共に、平行して走る東北本線の被害とその復旧工事を望見した。

剣吉より八戸市に向かう国道104号線では、盛土道路の亀裂、滑動はいたる所に見られる。また盛土高が1m程度の道路においてさえ、亀裂破壊が見られるようになる。

国道45号線に沿って北上し県道を通して三沢に向かったが、最も道路被害の多い区間の一つである。調査班は向山駅のやや手前、東北本線と平行して走っている国道で小規模ではあるが切取部分で生じた崩落を発見した。これは調査班が見いだした唯一の切土部での被害であった。しかし、この場合、道路に平行して走っている東北本線のため、両者に挟まれた部分は切土にもかかわらず、梯形状となっていて、一般の切土とは動的に見た場合かなり異なるものであり、崩落はこのために生じたものであるかも知れない。崩落土はピートであった。

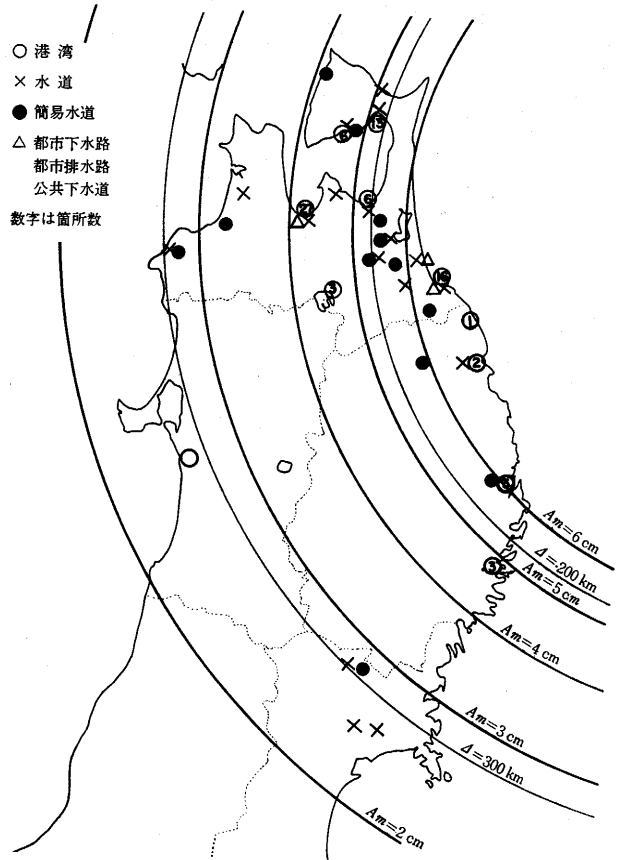


図13 東北地方における土木被害分布 (その4)

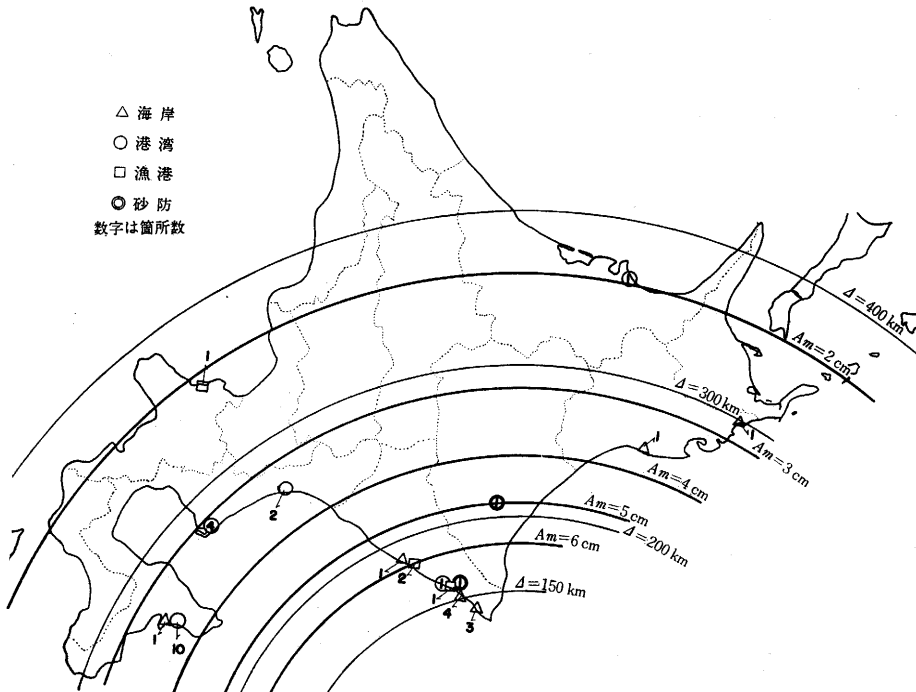


図14 北海道における土木被害分布 (その2)

調査班は上北町より東北本線に沿って県道を三沢まで調査した。小川原高架橋付近では東北本線で長い区間にわたり盛土部分が被災し、水田を通して築造された盛土道路が滑動しているのがわかった。土質は黄褐色の火山灰質土である。道路中央部分での亀裂、滑動、切土部の崩壊、山腹崩落等枚举にとまがないが、基底破壊と見られるものを一箇所見る事ができた。また三沢市に近い点で湿地（水田か明らかでない）を通過している県道において、わずか一尺にも満たない盛土道路の中央に亀裂が入り道路の一方の側が滑動し移動しているのが見いだされた。これは法面被害ではなく、別の原因によって起きたものと考えられる。

三沢から十和田観光電鉄に沿って県道を走るが、途中の古里付近において道路を横断する亀裂が幾条も見られた。方向は震源方向と直角である。

十和田市より4号線を南下して扇田に至り、県道を志戸岸まで調査したが、途上高さ10~20mにおよぶ大きな法崩れが各所に見られた。崩落した土は黒色のピートであって、一種の液体のようにゆるいこの配で斜面をおおい、田畑を埋めていた。

十和田市から十和田町へ向かう102号線においては所々に路肩の滑動があったが、小規模なものであり、外見上は民家の被害はないようである。また地質も変わる。奥入瀬溪谷において地震による大きな崩落があった。

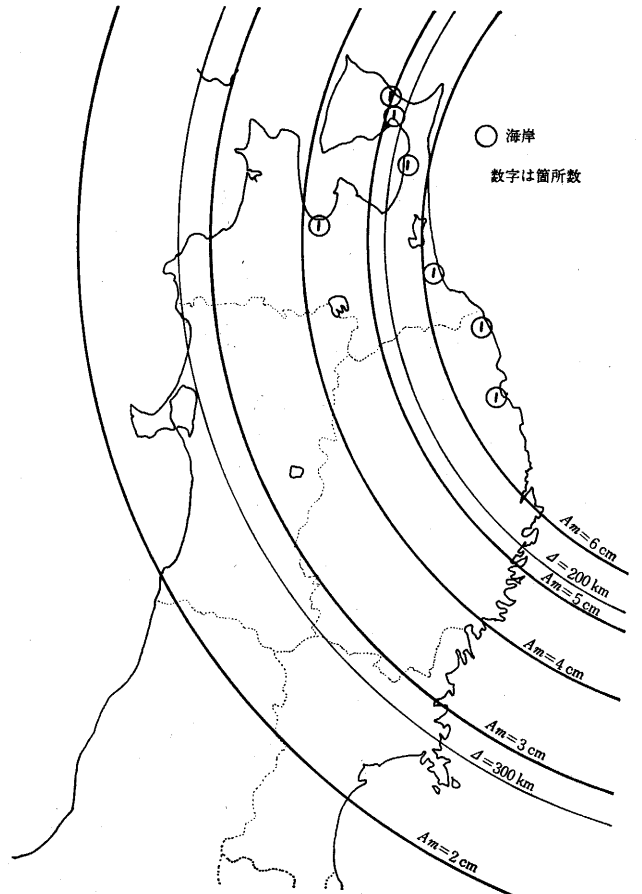


図15 東北地方における土木被害分布 (その5)

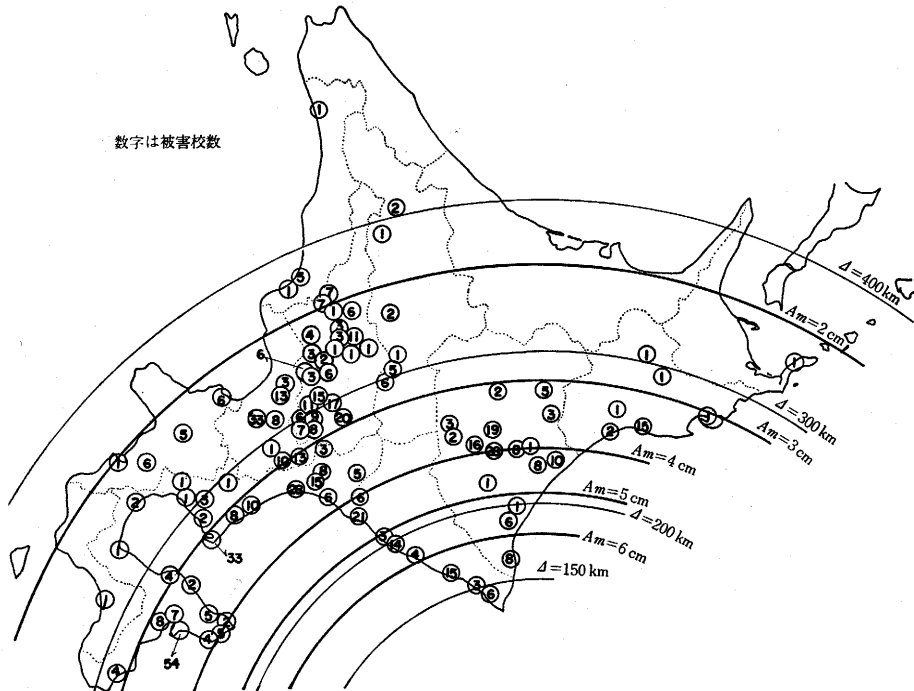


図16 北道地方における学校被害分布

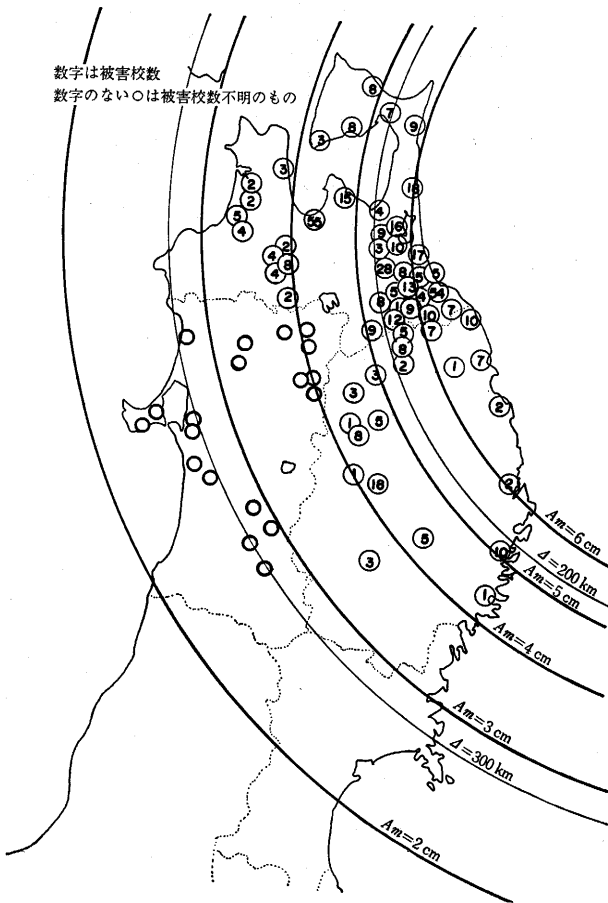


図17 東北地方における学校被害分布

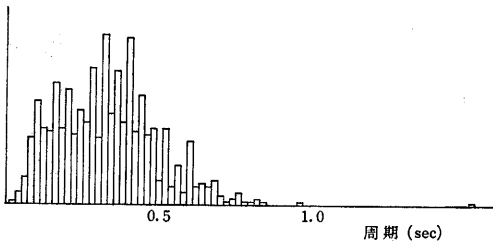


図18 八戸市・沼館における常時微動測定・周期一ひん度分布

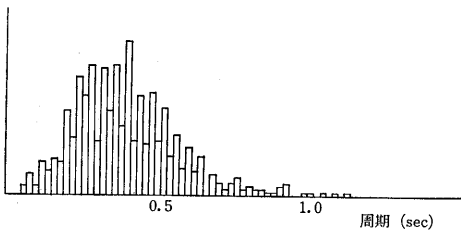


図19 八戸市・体育館における常時微動測定・周期一ひん度分布

十和田湖を経て国道 103 号線を秋田県十和田町に至るが、この間民家の被害はほとんどない模様であるが、路肩の崩落はしばしば見られる。道路被害は恐らくこの辺

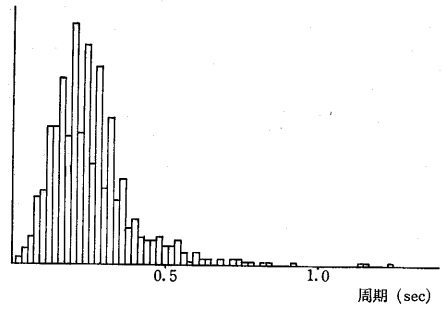


図20 尻内町における常時微動測定・周期一ひん度分布

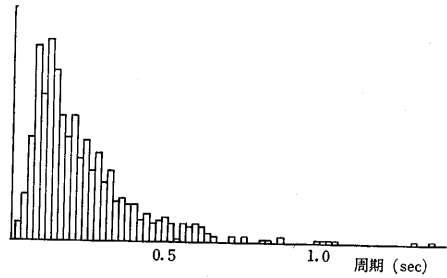


図21 三沢市瑞泉寺における常時微動測定・周期一ひん度分布

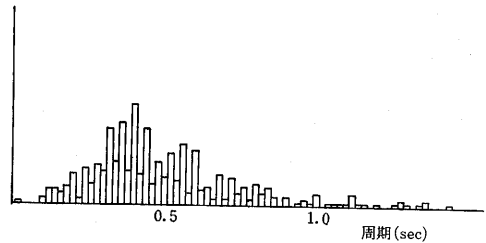


図22 三沢市新町における常時微動測定・周期一ひん度分布

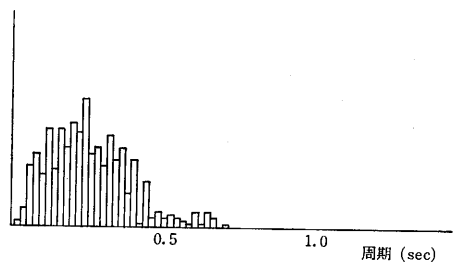


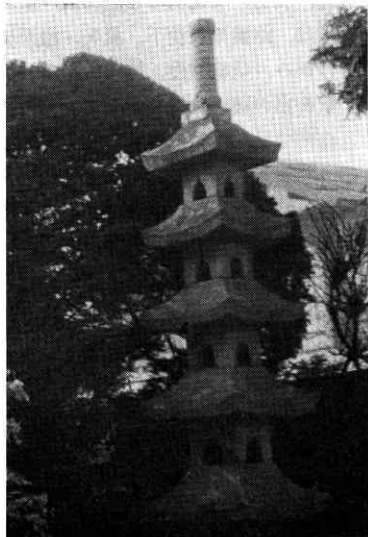
図23 十和田市稲荷神社における常時微動測定・周期一ひん度分布

が限界であろうと思われる。

本踏査で視察した道路盛土の破壊の特徴は、ただ一つ例外を除いては、いずれも盛土の基盤が軟弱であるにもかかわらず、基盤を破壊することなく、盛土自体が破壊した事である。すなわち、舗装道路でおもに①路肩または側溝下部で滑動し、法面下部がはらみ出すか、あるいはほぼ垂直に近い角で基底まですべり土が側方に移動する、②路面に数条の縦亀裂が入り、亀裂が開くように変形して側方へ滑動する、③道路の一方へうろこ状に滑動す、



① 倒れなかった石灯籠 (岩手県志和町)



② 倒壊した五重の塔 (倒壊前) (同上)



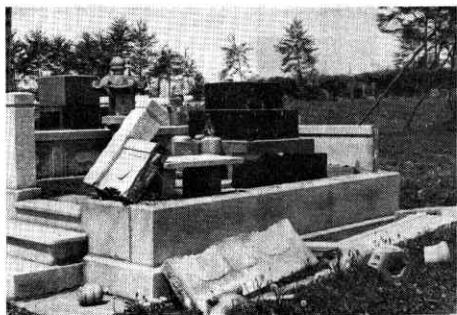
③ 煉瓦造の岩手銀行 (同上)



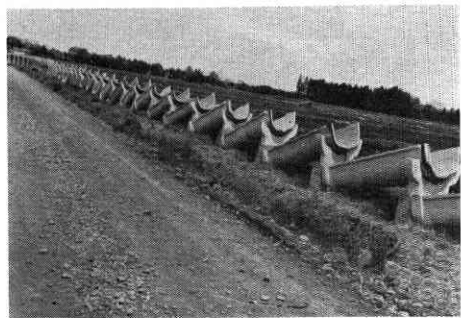
④ 一般家屋の被害 (三沢市新町)



⑤ 鉄筋コンクリート造の瑞泉寺 (同上)



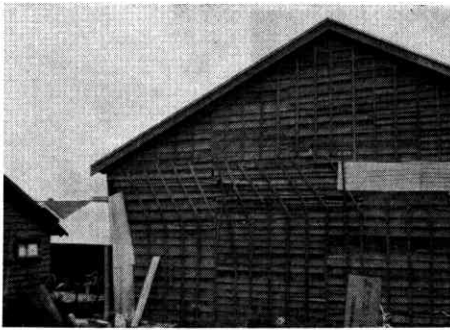
⑥ 墓石の倒壊 (三沢市新町瑞泉寺)



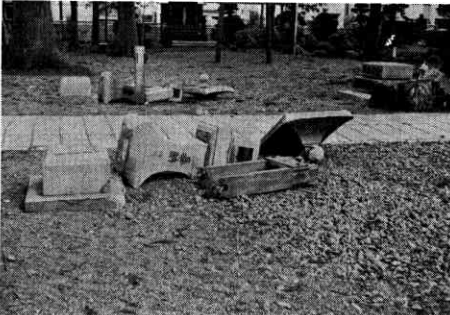
⑦ 将棋倒しになった用水路 (青森県上北町新山)



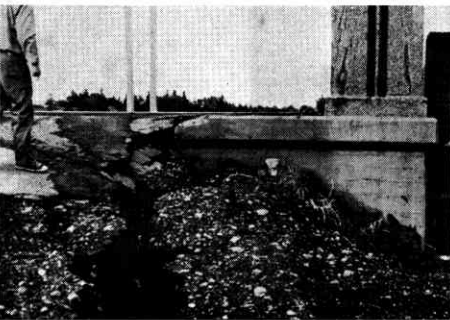
⑧ 矩形槽の周囲の土の沈下 (同上)



⑨ 剪断変形した家
(十和田市三本木)



⑩ 同一方向に倒れた石灯笼 (同上稲荷神社)



⑪ 橋梁取付部の盛土の亀裂沈下 (国道4号線十和田市)



⑫ 民家もろとも滑り出したピート地盤 (青森県志戸岸)



⑬ 山腹崩落・流動 (同上)

また低い簡易舗装道路においては、路面に縦亀裂が入って道路の側方へ盛土が移動するなどの形式で災害を受けているようである。この事は十和田湖に近い102号線の被害並びに秋田県内の103号線での被害には該当しない。

道路被害の大きい地域が、青森県東部と岩手県北部に限り、地震前5月13日より15日の間に襲った降雨の雨量分布と関連がある事が明らかになっている。盛土材料が火山灰土を主とし、またピートがほとんどこの地域の表層を覆っていて、盛土材料としても使用されている。恐らく地震前の豪雨によって盛土が水で飽和し間隙水圧が上昇していた事や、砂質の火山灰土は粒子が揃っていて液化しやすい等の理由により、烈しい地震動が引金となって大きな被害が発生したものであろう。しかし、この事についてはさらに調査研究がなされねばならない。

(3) 鉄 道

東北本線を始め日高、奥羽、羽越線など北海道、東北地方の主要幹線と支線は、路盤亀裂沈下、流失、法面崩壊、レールや鉄橋のゆがみ、伏樋埋没、停留所やホームなどの盛土の沈下、駅舎屋の被害、電柱傾倒、貨車の脱線などで切断され、全部で22線区、81区間が不通になった。しかし、このうち北海道の室蘭、千歳、富内、礼沼、胆振、根室、瀬棚、富良野の計八線は16日午後4時までに復旧し、東北地方で羽越、奥羽、男鹿、左沢、津軽、山田、小本、五能の計八線もつきつぎに復旧し運転を再開した。また太平洋側の気仙沼線、大船渡線のそれぞれの区間は津波警戒のため、列車の運転を中止したと報じられている。

(国鉄)

本地震による国鉄の被害は表4のごとくである。

特に被害の著しかった東北本線、尻内一野辺地内および大湊線、大畑線について被害の特徴を上げると次のと

表4 国鉄線名別被害一覧表 (5月26日17時現在)

区域	線名	不通区間数	路盤変状	橋台傾斜	橋脚傾斜	橋桁流失	乗降場変状	積土	ずい道変状	列車脱線	車輛脱線	その他	計
北海道地区	室蘭	10	7	4									11
	千歳	5	5	1								1	7
	高内	10	69	6		2		1				12	90
	富内	1	1	1									1
	胆振	7	6	1									7
	根室	1	1	1									1
	瀬棚	1	1	1									1
	富良野	1	1	1									1
	幌加目	1	1	1					1				1
	小国	1	1	1									1
計	38	88	16		2		1	1				13	
東北地区	大畑	35	57	12		3		6		1	2	10	51
	大湊	2	12							1			13
	津軽	5	10	1									11
	小国	1	1										1
	花山	4	4										4
	八戸	1	1										1
	羽越	9	28	2				2					32
	奥羽	1	1										1
	男鹿	3	1	2									3
	左沢	1	1										1
	五能	1	1										1
	小国	2	2										2
	計	66	119	17		3		8		2	2	11	162
合計	23線区	104	207	33		5	9	1	2	2	24	283	



⑭路肩沈下 (国道4号線沼宮内)



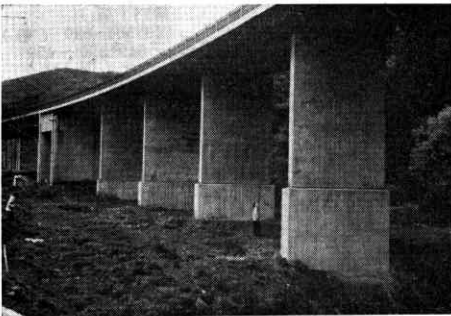
⑮盛土法面流動すべり (上北町-三沢市)



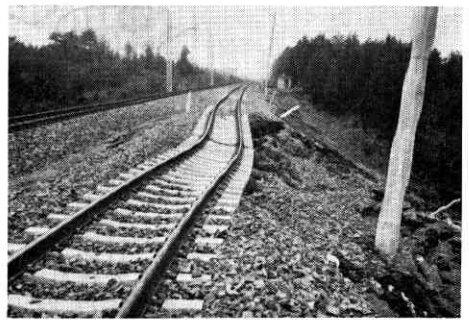
⑯法面崩壊 (国道4号線吉谷池)



⑰低い盛土道路の亀裂・滑動 (上北町-三沢市)



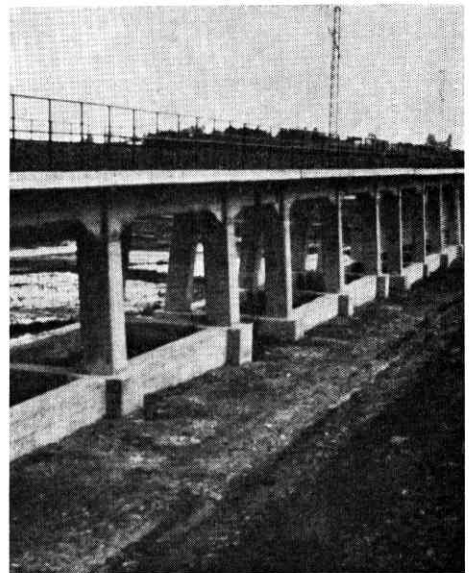
⑱被害のない小繋橋 (国道4号線)



⑲盛土法面の崩壊滑動



⑳切土部の崩落 (東北本線向山駅付近)



㉑小川原高架橋 (東北本線)

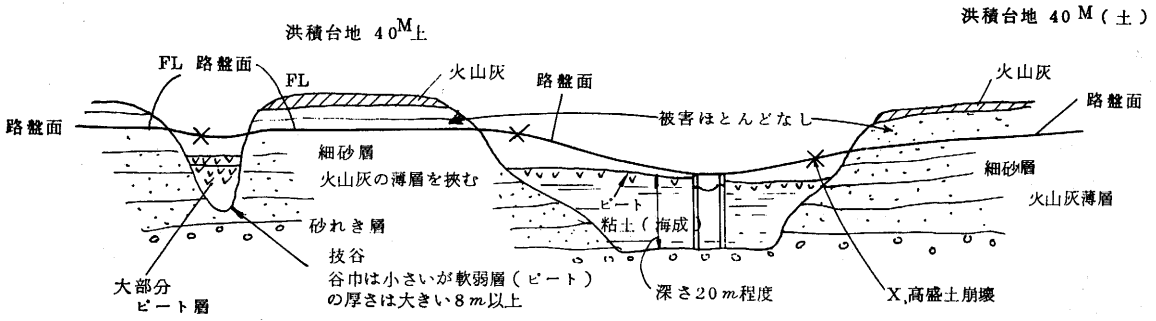
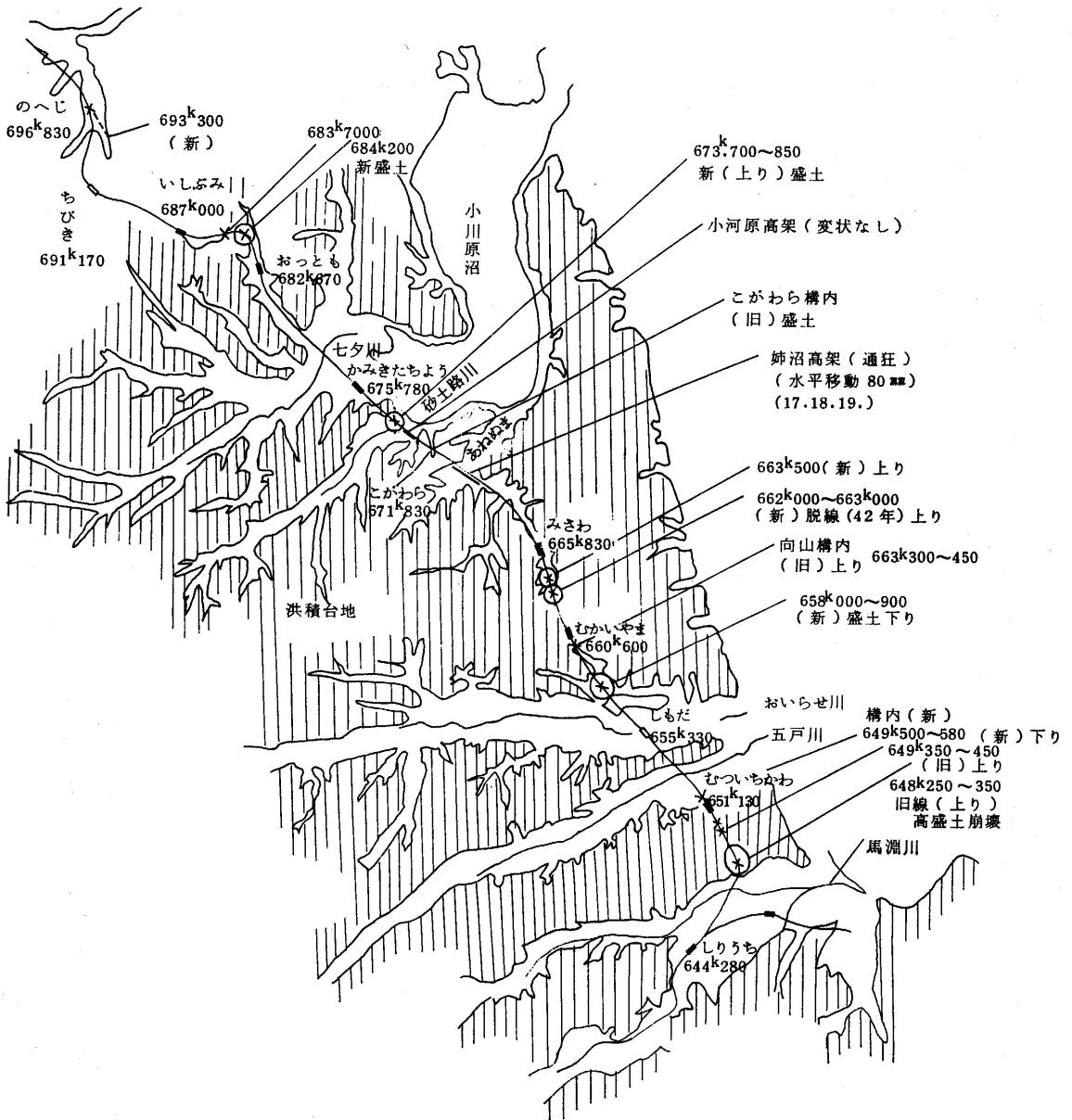


図24 東北本線尻内一野辺地間地盤概況とおもな盛土崩壊箇所(鉄道技術研究報告より)

おりである。

(1) 盛土路盤: 被害の最も著しかったのは軟弱地盤上に構築された、砂質上からなる高盛土法面の崩壊すべり出し、路盤の沈下、亀裂であって、これに対し地盤の良好な盛土は被害が

軽微であった。軟弱地盤上の低盛土についても盛土の沈下、盛土両側の水田の隆起傾向が認められ、路盤の沈下、亀裂が生じた。

(2) 切取、トンネル、橋梁: 切取法面、切取部路盤、トン

ネルの被害はほとんどなかった。橋梁については煉瓦造あるいは無筋コンクリート造のものにひび割れと多少の変位があり、また軟弱地盤中につくられた鉄筋コンクリート高架橋のごく一部に地盤の移動による多少の変位を生じたものがあつた程度で被害は軽微であつた。

(3) 軌道：軌道の被害も軟弱地盤上の盛土、路盤の崩壊、沈下に伴つて生じたものが大部分であつて良好地盤の路盤、切取部路盤における軌道の被害は軽微であつた。

(4) 建築物の大きな被害も地盤不良地区に限られ、函館、青森、尻内一大湊に集中している。

東北本線尻内一野辺地間におけるおもな被害箇所と地盤の概況を図24に示す。今回の地震では洪積台地間の濁れ谷軟弱地盤上（主に表層はピートからなっている）の高盛土に被害が集中しており、新旧盛土を比較した場合類似の条件で新盛土の方が大きい被害を受けている。

また地震直前の5月13日から15日にかけて青森東部を中心に豪雨があり、盛土法面が含水飽和状態となり、その直後、地震動が加つて法面の崩壊を起こし、被害を大きくしたものであろう。

〔私鉄〕

青森県東部にある私鉄、南部鉄道（尻内一5戸間、12.3 km）、十和田観光電鉄（三本木一三沢間 14.5 km）および南部縦貫鉄道（千曳一七戸間）も同様に大きな災害を受けた。いずれもほとんど全線にわたつて国鉄の場合と同様に路盤亀裂、沈下、線路移動、法面崩壊、伏樋などの埋没、さらにホーム、駅舎屋はいうにおよばず電柱傾倒、電線の断線などが発生した。

全般的に国鉄東北地区の震害を見た場合その被害は東北本線では滝沢より以北、羽越本線撫牛子以北と見られる。ただし秋田の近く羽牛島付近、一日市付近では橋梁での軌道狂いがあり、同様に鳥形付近で軌道狂いがあつた。

調査班はおもに東北本線に沿つて北上、調査を行なつたが三沢市新町において、軌条の局部挫屈しているのを発見したので記述する。米軍三沢空港専用線は新町一丁目付近ではまだ東北本線と平行して走っている。

一般被害の項でものべたように新町一丁目付近では地盤はきわめて悪く、すぐ近傍には比較的良い地盤の丘があり、軟弱地盤が、その間に挟まれているような地形である。ここで米軍専用線が挫屈しているのが観察された。

図のように40 kg N レールと30 kg レールとの継ぎ目において挫屈状況が見られる。道床に碎石で枕木は木製、大釘を使用している。

調査の結果次の事がわかつた。

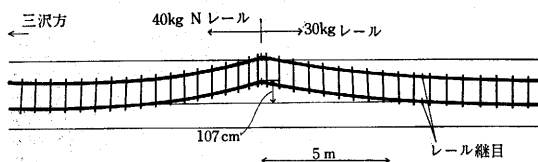


図25 三沢市新町一丁目米軍線被害状況

1) レールと枕木は相対運動しており、最大30cmの変位があつた。これはレールと大釘との摩擦の痕跡により認められた。

2) 道床の碎石と枕木との間にも相対運動がある。枕木と枕木の間で碎石が一方に寄せられている。碎石の寄せ側は15m程度で変わっている。

3) 挫屈は一度レールをつるしたまま浮き上つて起こつたものではなく道床碎石をそのままの状態で押し出したものである事は、レールが傾いてない事や碎石の状態からわかる。

なぜ、このような軸力が生じバックリングを起こしたのか不明であるが、時期が5月であり特に温度応力があつたとも考えられないし、おそらく、軟弱地盤であつたため地盤が地震時に一様でない大きい変位をした事、道床と枕木の相対運動、枕木とレールとし緊結度、レールの曲げ剛度などによって起こつたものであろう。

これと平行して走る東北本線は、50 kg N レールを使用し、枕木はPC枕木でレールは弾性的に枕木に緊結されている。複線で走っているこの線の枕木の上には碎石が載っているのが散見され地震時にはかなりの振動があつたものと推定されるが、なんら被害は認められない。

(4) 電力

十勝沖地震による電力施設関係被害は、東北電力管内で約4億1千万円、北海道電力管内で約7千4百万円と報道されている。

北海道電力管内では苫小牧を中心として電力設備に被害が出たが、地震後に発生した発電所・変電所および送電線の停止事故は16日すべて復旧し、配電線停止も同日午後6時迄には全地域復興した。東北電力管内の被害状況は次のとおりである。

火力発電所：土木関係被害は次のようなもので軽微であつた。

取水口東側取付護岸が弧状にはらみ出し、取付護岸から約7m構内側に距つた線上で幅約1mの噴砂現象の跡を残し、約20~50cmの陥没を生じ、さらに護岸より30m距つた線上に多数のクラックが発生した。

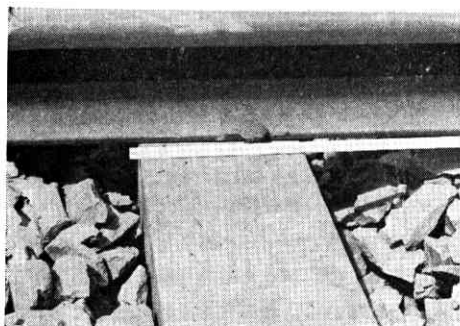
また噴砂現象や陥没が発生した位置は錨定板の位置と一致している。

取水口、3号煙突の原水タンクの周辺地盤が約10~15cm沈下し、構内には数カ所に亀裂が発生した。さらに土捨池の堤防の海側法面の一部は津波で流失し3号機煙突の内側上部の耐火煉瓦は頂部より20mの間剝離した。

水力発電所：十和田、蕨、上松沢、喜瀬子内、の4発電所が地震のため停止したが、十和田発電所を除いて16日中に復した。十和田発電所では調圧水槽付近で地上から漏水量が増加したため、復旧工事を翌日以降に繰返した。

水圧鉄管のアンカー部分には、鉄管とアンカーの間での相対運動によって幅約30~50mmの傷跡が見られた。

変電所：古間木・吹上・剣吉・稲垣・野辺地の5変電所が地震によって、遮断器、避雷器などの破損、鉄構の傾斜などの被害を受けた。



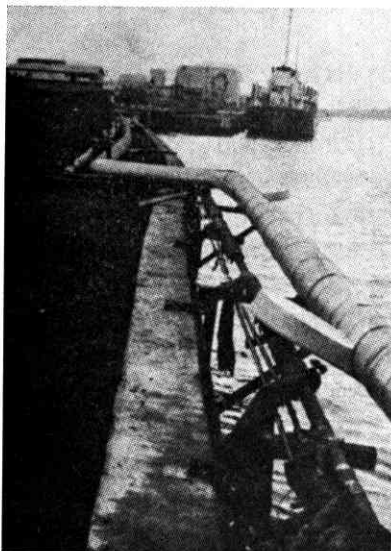
②② 枕木とレールの
相対運動
(東北本線・三沢市新町)



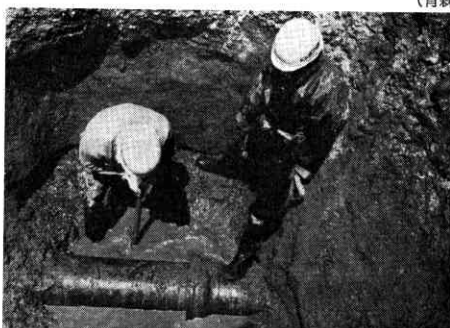
②③ 枕木の間のもま
れた碎石
(同上)



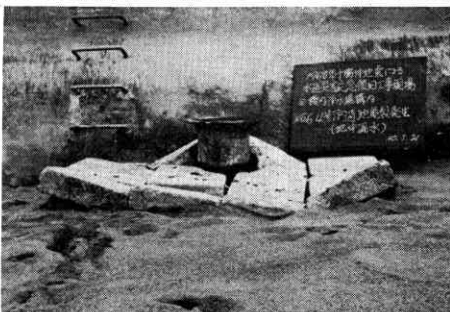
②⑤ 安方物揚場岸壁が約30m滑動
(青森市提供)



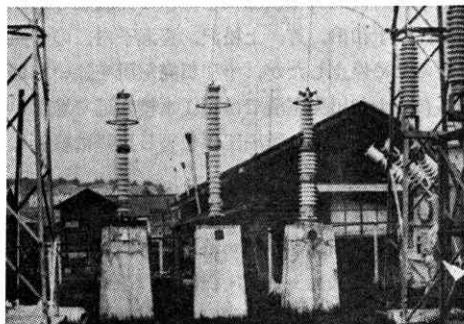
②④ 弧状にはらみ出た取付護岸



②⑦ 配水管洩水
(同上)



②⑧ 横内浄水場濾過池
亀裂 (同上)



②⑤ 全相避雷器の折損 (同上)



②⑨ 蛎貝下水ポン
プ場構内陥没
(青森市提供)

送電関係: 地震によって架空・送電線支持物が倒壊・傾斜・沈下・折損などを起こして断線・混線の原因となった。

配線関係: 地震による東北 5 県の停電戸数は 23 万戸以上に上りおんだが、その過半数は青森県下であった。

表 5 県別送・配電被害

	全停(フィーダー)	一部停止(フィーダー)	停電戸数
青森	91	6	175,180
岩手	—	27	29,700
宮城	5	15	18,380
秋田	3	4	6,900
山形	—	1	2,280
合計	99	53	232,440

(5) 山王海ダム

山王海ダムは堤高 37m, 堤長 145m の農業用アースダムで、岩手県紫波郡、国鉄志和駅より西約 9 km, 盛岡市の南々西約 18 km の点に位置している。基盤は第三紀の緑色凝灰岩が主で一部噴出熔岩が挟在している。ダムの上流面こう配は 1 : 2.9 であり下流面は堤体上部で 1 : 2.5, 下部で 1 : 2.7 となっていて、中央心壁構造である。

ダム管理者によれば、ダムは地震時ほぼ満水の状態にあって、地震動のため約 30cm の波が貯水面に立ったという。またダムの上流右岸側山腹(当該ダムの堤体材料を採取した地山)斜面で W 10°N の方向に亀裂が入っているが発見された。地質は砂混り粘土であって、地山が湖水に崩落するような傾向に亀裂が入り、その向きはダム軸とほぼ直交している。

地震 4 日後の 5 月 19 日に調査班は現地に着、ダム堤頂および下流面を精査したが、下流法面は水で飽和しているように観察されたにもかかわらずまったく異状が認められなかった。

山王海ダムについては、昭和 38 年より岡本研究室が地震観測を行ない、地震時挙動の研究を続けて来た。これ

については生産技術研究所報告第 16 巻 4 号に発表したのが、地震時の性状に関しておおむね明らかになって来ている。今までにダムが受けた大きな地震動は新潟地震のみということができ、地震の大きい場合と小さい場合でかなり地震応答が異なることが、新潟地震の記録からわかっている。今回の地震では新潟地震の場合よりも大きい加速度記録が得られ、大地震におけるダムの挙動を知る上で、重要な資料を加えることになった。記録した最大加速度を下表に示す。

表 6 山王海ダムで観測された最大加速度

測定位置	測定方向	最大加速度 (gal)
ダム天端中央	上下流方向	158
"	堤軸方向	151
"	上下方向	73
左岸基盤上	上下流方向	63
"	上下方向	35

地震の加速度記録は図 27 に示してある。

それらによると上下流方向の最大加速度はダムの天端中央では、地盤上の最大加速度の 2.5 倍になっている事、上下動については地盤上とダム天端中央での最大加速度はほぼ 1 : 2.0 の比となっている事がわかった。

新潟地震では、上下流方向で地盤および堤頂での最大加速度の比は 1 : 2 であって、本地震のそれと比較して多少小さいが、小地震の場合の 1 : 3 ~ 1 : 8 の値に比べれば、両地震の場合共に非常に小さく、大地震に対するダムの挙動の特徴を示すものである。地盤が第三紀層である事を念頭におくのはこの場合大切である。

次に新潟地震の場合と同様に本地震においても、小地震に対するダムの応答に対応して注目すべき点は、ダムの振動周期の変化である。新潟地震で上下流方向の加速度記録を波形解析した結果、加速度が 107 ガルを示す近辺では 0.40 sec の振動が卓越しているのが見られ、土の応力-ひずみ関係の非線形性に起因するものであると推定されたが、加速度が大きかったのは短時間であったため、さらにこれを裏づける資料を求めていたのである。

本地震の記録でわかるように、かなり長い時間にわたって大きい振動が継続しているため、振動周期の決定が容易であった。生産研究所報告でも述べているようにダムの上下流方向での振動周期は、一次振動は小地震の場合 0.36 sec であり、本地震の場合 0.44 sec となっている。同様にして堤軸方向ではそれぞれ 0.345 sec が 0.38 sec となっており、上下動の場合には 0.245 sec が 0.26 sec へと変化している。さらに上下流方向についていえば、固有振動周期の伸びは加速度が増すにつれて大きくなる事も観察される。新潟地震の場合のダムの状態と、本地震発生の場合の状況との違いは小さいと見られる。詳細については追って報告する予定である。

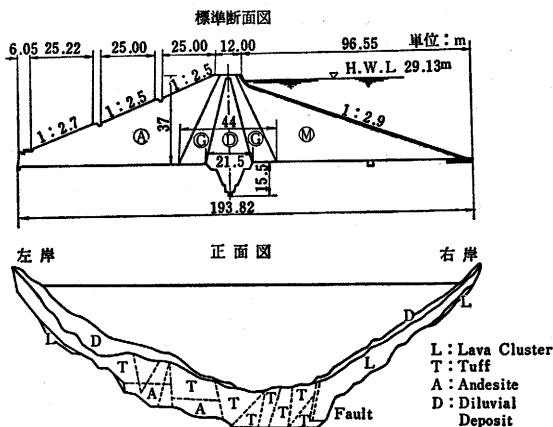


図 26 山王海ダム一般図

山王海ダム十勝沖地震(1968)記録

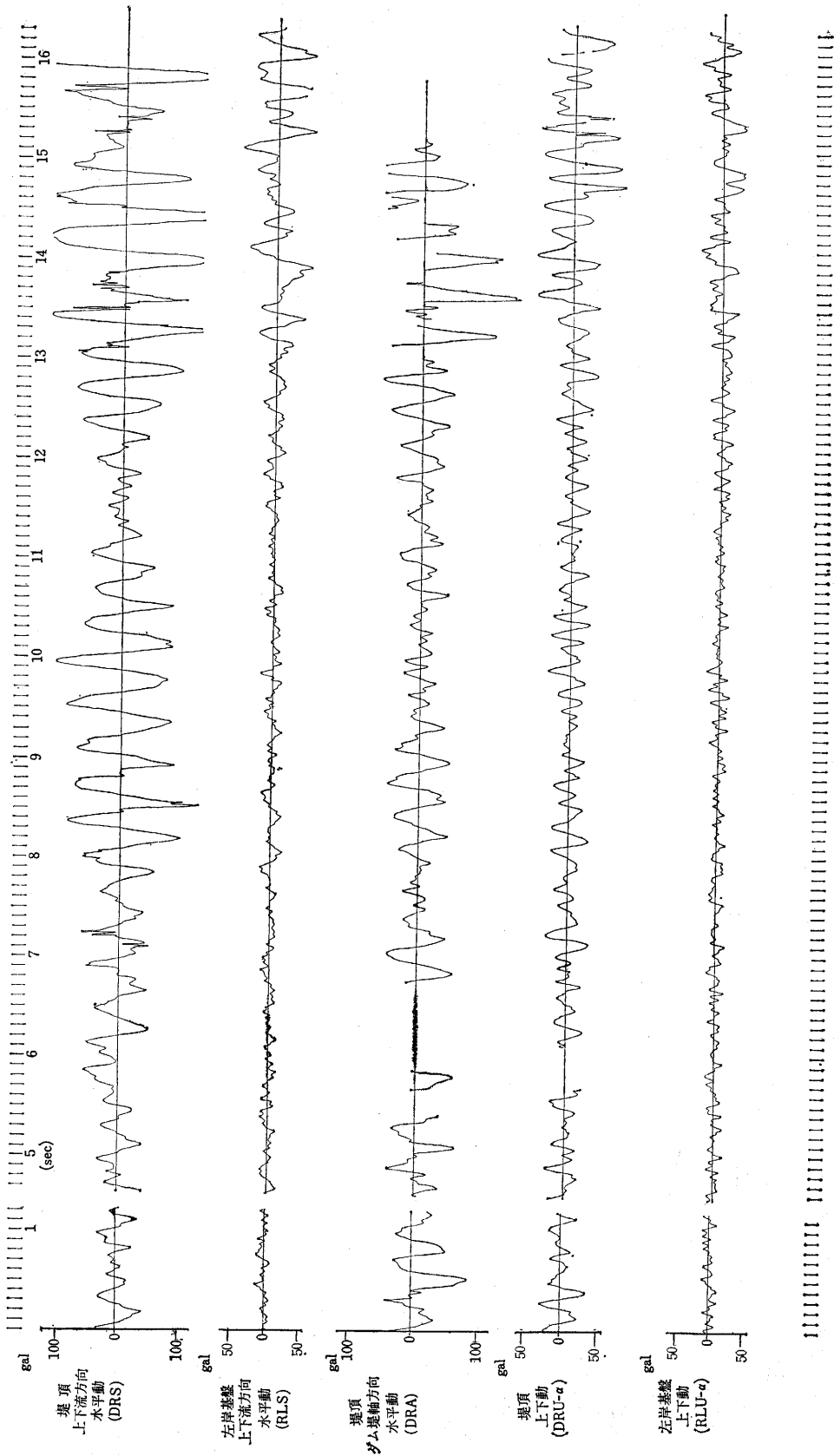


図27 山王海ダム・十勝沖地震(1968)記録

表7 山王海ダムの1次振動周期と堤頂での最大加速度

		小地震	新潟地震	十勝沖地震 (1968)
水平上下流 方 向	最大加速度		107 gal	158 gal
	一次振動周期	0.36 sec	0.40 sec	0.44 sec
水平堤軸 方 向	最大加速度			151 gal
	一次振動周期	0.345 sec		0.38 sec
上 下 動	最大加速度			63 gal
	一次振動周期	0.245 sec		0.26 sec

(6) 港湾・漁港

北海道においては地震による全被害額44億4千万円の
内港湾被害はその10% 4億4千万円であり、道全体の土
木被害13億2千万円の中の34%を占めている。そのおも
な部分は函館、室蘭、苫小牧の3港の被害である。

東北地方で最も大きな被害のあったのは八戸港であ
り、青森県下港湾被害約15億円の中の70%10億7千万円
に達している。またその被害の大部分は津波による河口
防波堤300mの倒壊によるものである。さらに同港で大
きい被害を受けたのは白銀一万屯岸壁で、160mにわた
ってエプロンが沈下した。

青森港では三つある岸壁のうち二つまで破壊した。特
に国鉄青函連絡船用棧橋、上屋は大きな被害を受け、地
盤の不等沈下や噴砂現象、上屋倉庫など建屋にそれぞれ

大きな被害があった。

青森県下ではその他むつ市(大湊港)、川内市(川内港)、
野辺地町(野辺地港)などに被害があり、その損害は14
億8千万円に達し土木被害の32%をしめている。青森県
下における港湾のおもな被害とおもな漁港関係被害は表
8のごとくである。

表8 港湾施設の被害(青森県下)

個所	被害金額 (千円)	おもなる被害箇所および内容	
青森市	27	117,500	中央埠頭1万トン岩壁475mエプロン沈下外 河口防波堤300m倒壊、白銀1万トン岸壁160m エプロン陥没、八太郎海岸700m海岸欠壊
八戸市	16	1,065,100	大湊港3000トン岸壁(-6.5m)210m護岸前傾外
むつ市	13	165,800	川内港物揚場36m前傾、川内港護岸40m前傾
川内町	6	14,600	野辺地港物揚場325m護岸前傾外
野辺地町	6	110,200	休屋、宇樽部棧橋20m沈下
十和田町	3	5,200	
計	71	1,478,400	

地震と津波に襲われた漁港関係被害は防波堤、導流堤
などの沈下、根固めなどの下部洗掘など外郭施設の被害
の外、道路、物揚場、岸壁などのエプロン沈下や亀裂、
前傾、はらみ出しなどの被害が多く、護岸のエプロン沈
下もまた例が少なくない。

従来港湾や漁港の施設は一般に重力構造物が多く、さ
らに建設に際しては浚渫土砂による埋立や裏込、土地造
成が多いのであって、耐震設計において十分この事は検

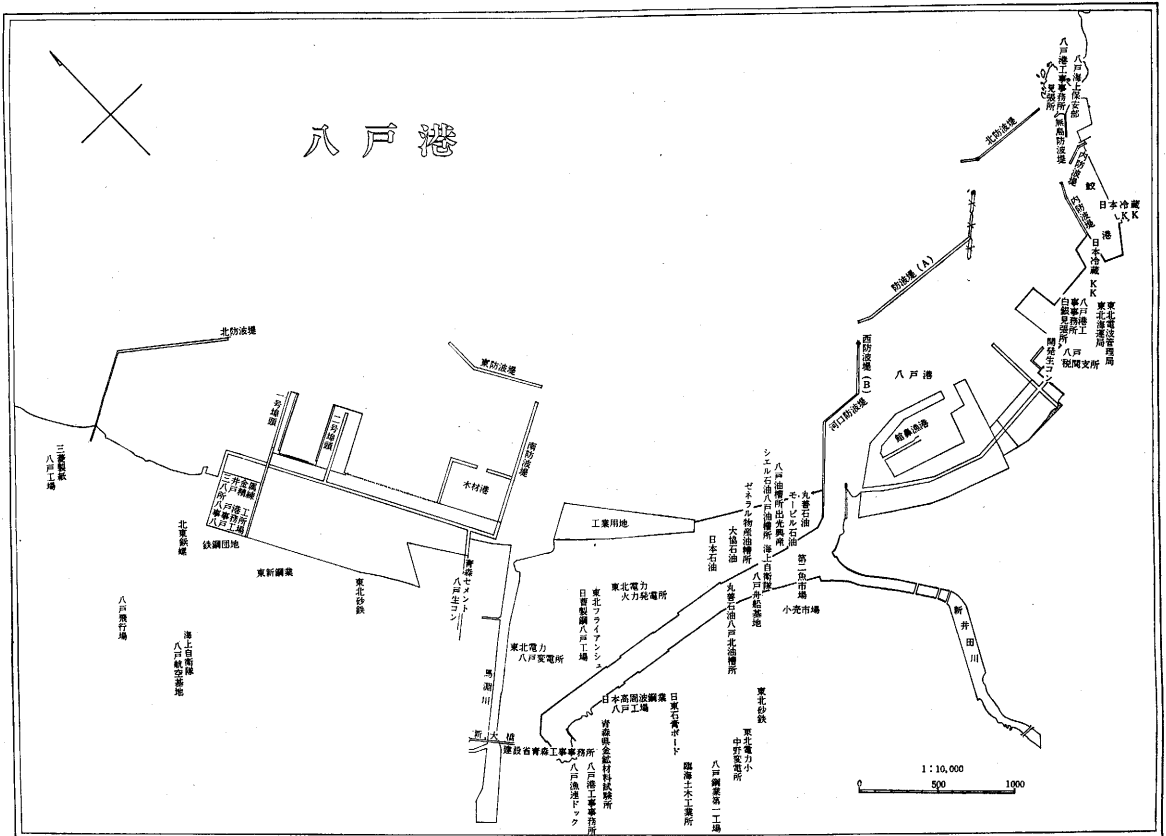


図28 八戸港

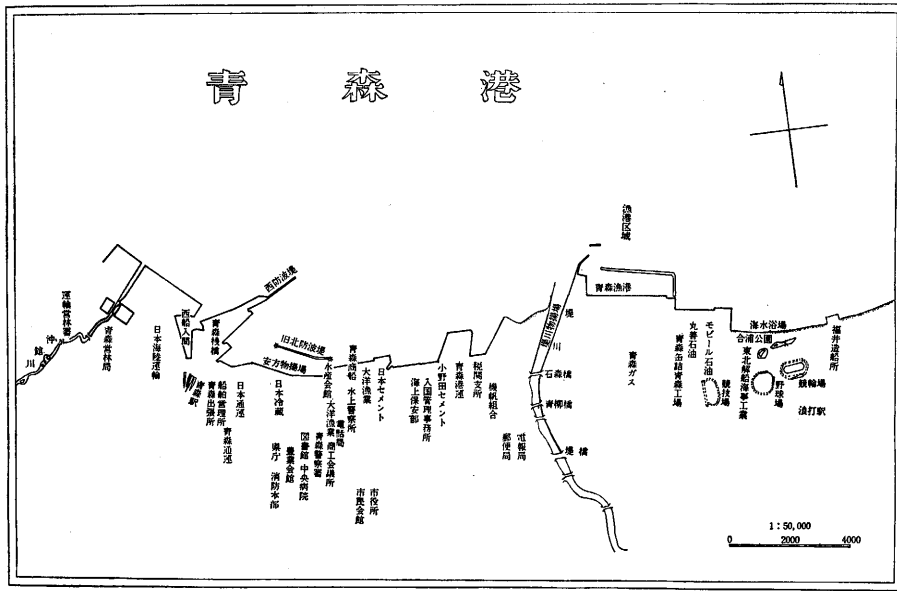


図29 青 森 港

討される必要があろう。

表 9 漁港施設の被害 (青森県下)

被害	漁港名	被害内容
道路および岸壁、物揚場、岸等のエプロン沈下、亀裂	蓬田町瀬辺地港	護岸30m エプロン20cm沈下
	青森市内内港	船揚場50m 側壁倒壊 エプロン沈下
	青森港	-4m 岸壁140m 前傾
	青森市青森港	-3m " 116m エプロン沈下亀裂
	" "	道路185m 亀裂陥没
	" 久栗坂	" 42m "
	平内町東田沢	船揚場16.3m エプロン亀裂
	清水川	船揚場47m "
	川内町戸沢	" 160m "
	大畑町大畑	護岸260m エプロン10cm沈下 湯坂地下内 物揚場200m 護岸前傾 エプロン30cm沈下 湊地内 -3m 岸壁80m 場所打コンクリートエプロン50cm沈下 -2m 物揚場40m 場所打コンクリートエプロン10~20cm沈下 上野地内 護岸1250m 護岸とエプロン離れ40cm沈下
大畑町正津川	八戸市八戸	護岸377m 護岸とエプロン離れ エプロン40cm沈下 小中野地内 -5m 岸壁400m エプロン沈下 館鼻地内 -4.5m 突堤岸壁280m エプロン沈下4200m ⁴ -4.5m 矢板式岸壁790m エプロン岸壁前傾
	今別町今別	防波堤10m 場所打コンクリート亀裂
	青森市青森	西防波堤70m 根固
防波堤、導流堤	大間町奥戸	防波堤11m 下部洗堀
	百石町百石	導流堤113m 右岸導流堤110m
	陸上村小舟渡	西防波堤5m

(7) 上下水道、地下埋設物、その他

上水道、簡易水道、都市下水道、都市排水路の被害の分布状況を眺めた場合、住宅や一般土木被害の分布範囲にくらべて広い範囲に拡がる事は、被害分布の項です

にのべた。すなわち青森県西端部の深浦町（一般被害はない）、宮城県北部の沖積地域にある栗駒、金成、小牛田、涌谷などの各町で上水道施設が本地震で被害を受けているのである。

北海道では石狩平野において多くの市町村で水道の被害がある。苫小牧市では水道本管で20カ所の洩水があり、市内王子中央社宅街では路面に亀裂が入って、そのためガス管が切断したというし、函館市では水道は25カ所で破裂し、ガス洩れもあったと報じられている。

青森県の資料によれば同県内水道施設、簡易水道施設、

表10 青森県水道施設被害 (上水道)
(被害金額100万以上のもの)

地名	被害内容
青森市	横内導水管7カ所破損 (500m/m, 450m/m) 配水幹線破損103カ所 市内漏れ水カ所237カ所
八戸市	導水施設 DCRP φ 600m/m 1450m, DCRP φ 700m/m 392m 配水施設 DCRP φ 600m/m 856m, DCRP φ 400m/m 1459m MJP φ 200m/m, SP φ 100m/m 35m, MJP φ 75m/m 450m SP φ 75m/m 2857m 各管の漏水修理73カ所
むつ市	永下水源送水管 (ヒューム管) 500m 折損、鑄鉄管40m 破損 宇曾利水源送水管5カ所、宇田水源送水管1カ所、荒川水源減菌室全壊、田名部水源ポンプ室全壊、配水管72カ所破損
三沢市	水源池土留擁壁崩落、導水管 (第一号深井戸) 42m 流失、第3号深井戸県道陥没のため82m 破損、配水管 φ 250m/m 4カ所 φ 100m/m 以上7カ所 φ 75m/m 未済43カ所、配水分水栓39カ所
大畑町	導水管 ACP φ 250m/m 6カ所、配水管 ACP φ 200m/m, φ 75m/m 11カ所、GP φ 125m/m, 継手破損3カ所、浄水場内配管 GP φ 250m/m, T 字管脱離、盛土崩落、配水池盛土崩落
上北町	配水池盛土崩落、加圧ポンプ場破壊

この他十和田市、野辺地町、川内町、中里町、五戸町、深浦町、平内町奥入瀬上水道企業団、轄部上水道企業団において、給配水管送水管の破損洩水等の被害の外に、減菌室、ベンチュリー室、土留擁壁等の施設に被害がある。しかし青森県上水道関係の被害の内80%以上を青森市の被害がしている。

表11 青森県簡易水道被害

地名	被害内容
東北町 深浦町	配水場建物破損し、加圧タンク転倒また送水パイプ1カ所破損 φ75m/m ACP 切損、VP φ50m/m 地区により破損 河過地バイパス管2カ所陥没
川内町 六戸町	林道150mわたり決壊埋没導水管と共に流失 本管3カ所、支管1カ所、地盤沈下により破裂 本管2カ所、地割れにより破裂
十和田市	導水管陥没、配水管破損10カ所
十和田町	配水管5カ所、送水管2カ所、給水装置20カ所、浄化槽故障
木造町	配水管3カ所、破損
上北町	水源池ポンプ場および配水管延長275m 配水管盛土、門さく、配水管230m、配水管50m

表12 都市計画施設被害

地名	被害内容
青森市	中部排水区(ポンプ場)、中部排水区(排水管)、桜川排水区(排水管) 柳町都市下水路(排水渠)、八甲都市下水路(排水路)
八戸市	長者排水区(排水渠)、三八城排水区(排水路)、根城排水路(排水渠) 旭ヶ丘団地外排水路(排水渠)、長根運動公園、三八城公園、根城區 画整理、白銀火災復興
三沢市	三沢都市下水路

都市下水道、排水路などの被害は表11、12のごとくであるが最も被害の大きかった青森市の上水道についてのべる。

地震発生と同時に市の中心部に配水している横内浄水場系統が壊滅状態となり広範囲にわたって断水した。5月20日現在で水源地から横内浄水場までの3000mの導水管は15カ所で切断洩水し、田畑地区の中を通る水道管が埋設してある路面を水路の様に流れた。また同浄水場か

ら青森市内に至る間の送水管は130カ所で切断、文字通り寸断された。市内の配水管は東部、中部、西部の各地区をあわせて120箇所洩水した。この他市内の地下消火栓多数が故障した。その後余震により被害は増す一方で、5月30日現在で導水管の被害は20カ所に配水本管の被害は160カ所に、配水管の被害は230カ所にそれぞれ増加したのである。

これらの地下管路関係被害の外に横内浄水場内の建屋を含めて諸施設が損傷した。沈澱池の損傷2カ所、ろ過池の損傷4カ所、配水池の損傷2カ所、さらに地盤沈下、量水池上屋の床版亀裂、専用通路の亀裂、石積崩壊、沈澱側溝の沈下など広範な全体的被害があった。沈澱池や河過池、配水池などは、亀裂の発生によって地中洩水が起こり水位が下がってその機能を失った。

また同市の下水道については、蜷貝下水ポンプ場では



③せり上がったコンクリートの川底 (青森市提供)

表13 青森県農地農業用施設

	農地		頭首工(個所)	水路(個所)	溜池(個所)	揚水機(個所)	橋梁(個所)	道路(個所)	合計被害額
	個所面積	金額(千円)							
青森市	1 (0.2)	80	1	17	7	2	2	13	
東津軽郡			4	12	13	1		10	
西 "	1 (50.0)	1,300		17	5	2	2	4	
中 "				2	1			2	
南 "	2 (0.2)	330		5	3			8	
北 "	1 (2.0)	500	10	80	9	5	5	7	
上北郡	1,236 (1,247.8)	544,590	80	841	127	77	73	405	
下北 "	2 (27.0)	12,000	2	26	14	2	3	6	
三戸 "	1,300 (399.3)	264,885	19	238	11	1	38	126	
弘前市			1	5	3			1	
五所川原市	3 (0.4)	291	3	41	20	1	5	3	
十和田市	1,800 (79.0)	277,914	58	840	30	121	85	740	
三沢市	43 (99.0)	8,450	11	105	12	4	72	46	
むつ市	10 (150.3)	69,060		12	13	4	1		
八戸市	906 (191.3)	117,600	3	169		5	3	453	
黒石市				2	4			4	
合計(個所)	5,805	(2,246.5)	191	2,412	282	225	244	1,846	
被害金額(千円)		1,247,000	289,420	1,849,630	1,918,770	533,540	145,980	639,660	6,624,000

() 書きは被害面積 (ha)

機械室および吐出本管が約 8 cm 沈下したほか、建屋に被害があった。

青森市水道部では、老朽の著しい水道管の取替を計画し、沈澱池、汙過地などについては、側壁にケミカルグラウト工法を用い、底盤その他はセメントグラウトを施工し、池内面はセメントガン吹付仕上を計画している。

(8) 農業用施設 (農業用アースダム)

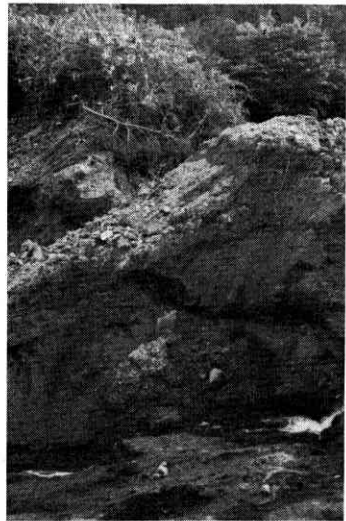
本地震によって農地および農業用施設さらに畑作物、畜産関係など大きな被害を受けたが、特に青森県において著しかった。上北郡、下北郡、三戸郡、十和田市、むつ市、八戸市、三沢市を中心に、農地の埋没流失の他、水路頭首工、溜池、揚水機場など、多くの農業用施設が被災し、被害額は66億に達し、この他流出のため田植の不能となったものや、果樹、野菜、畑作物の被害、あるいは家畜、乳業施設、生産機械などの畜産関係を含めて、農林関係被害は114億 6千万円に達したといわれている。

同県下で築造されている小規模の灌漑用アースダムもまた大きな被害を受けた。被災したダムはおもに下北郡、上北郡、東津軽郡に集中しているが、そのうち市の渡ダム、早掛沼、一里小屋ダム、葛西ダム、蒲野沢ダムは決壊した。

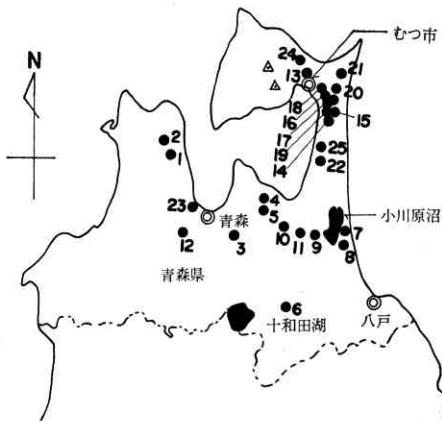
おもなダムについて被害内容を記したのが表 14 である。これらのダムはほとんど戦前に築造されたものであって、当時として規模から見ても、耐震性について十分な考慮が払われたかどうか不明であるが、その被災によ



㉑ 決壊した一里小屋ダムで残った左岸部 (青森県土地改良部提供)



㉒ 決壊した市の渡ダム (同上)



1	冷水ダム	N 60°W	14	一里小屋ダム	N 5°E
2	無沢ダム	N 45°W	15	二枚橋ダム	N 5°E
3	小金沢ダム	N 70°E	16	笠西ダム	N 30°W
4	小田の沢ダム	N 10°E	17	八忠ダム	N 10°W
5	中村ダム		18	山辺沢ダム	
6	四方田ダム		19	葛西ダム	
7	根井沼		20	上流ダム	
8	小田内沼		21	蒲野沢ダム	
9	上野ダム		22	横浜ダム	
10	市の渡ダム		23	野際ダム	
11	中嶋ダム		28	南関根ダム	N 0°S
12	前田の目ダム		25	近川ダム	N 20°W
13	早掛沼	N 80°E			

図30 青森県下農林省アースダム被害分布

り大きな損害が起こるものである事はいうまでもない。一里小屋ダムについて欠壊箇所の調査によれば、中央心壁はかなりよく施工されているといわれている。

被害の状況を見るにダムはほとんど軟弱な地盤の上に(欠壊流失したダムの基礎にはピート層があった)主として砂質土をもって築造されているのであって、地震時にはほぼ満水であったと見られ、欠壊しないダムでも大部分上流側の滑動があり、また、堤頂中央に堤軸方向に亀裂が入っているのが多い。市の渡ダムのように長さの短いダムは両サイドの影響もかなりあったものと推定される。地震時、小金沢ダム上に居た人の話では、まるでゆれる寒天の上にいるようで立っている事ができず、腹ばいで漸く過したという事であり、この時貯水が堤軸方向(震源地方向)に大きく波立ったという。軟弱地盤上

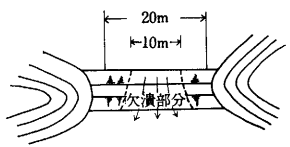
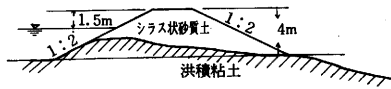


図31 市の渡ダム被害状況

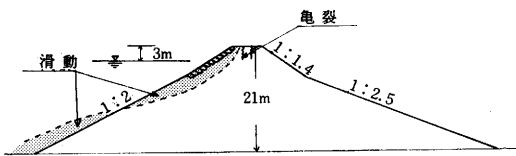


図32 田ノ沢ダム被害状況

にあったがためダムは恐らく数十種の変位をしたものと推定される。それゆえ地震時には堤体の各部に非常に大きな地震力が作用したであろう。

また、これらのダムは一般に法こう配が急であるように思われる。上下流面共ほとんど1:1.5~2程度しかない模様である。この事もダムの被害を大きくした原因の一つであろう。

秋田県八郎潟干拓堤防は本地震によってかなりの被害を受けた。八郎潟東南部においては、

- 1) 正面堤防では延長338mにわたり堤頂が最大1.0~1.9m沈下した。
- 2) 東部干拓第5区堤防では延長1088mにわたり、堤

表14 森県内における主な農業用ダムの被害

ダム名称	高さ	被害内容
冷水ダム	7.5m	下流法面で斜面内破壊、堤頂ダム軸方向に幅5cmの亀裂
小金沢ダム	20m	堤頂および上流斜面にダム軸方向に平行にそれぞれ幅7cm、3cmの亀裂長さ15m
田ノ沢ダム	21m	堤体中央部で堤頂が約1m沈下、天端付近より上流斜面滑動、堤頂にダム軸に平行に約100m幅10cmの亀裂
根井沼	5m	上流側斜面滑動、左岸30m区間上流および下流に滑動
小田内沼	7m	全長にわたり上流斜面滑動、中央部下流斜面滑動
市の渡ダム	4m	全長20mの内中央部10mは欠壊
早掛沼	12m	堤体の大部分が流失、両岸袖部と中央部が僅かに残る、左岸斜錘吊りになっている。
一里小屋ダム	10m	堤長110mの内40mが流失、上流面滑動60m
二枚橋ダム	10m	堤体は一般に沈下し、全長160mの内左岸部80m位で堤頂中心に段状亀裂し上流面滑動
笠井ダム	5m	堤頂の下流側半分が長さ80mにわたり滑動
山部沢ダム	5m	上流斜面滑動80m
葛西ダム	6m	堤頂の下流側法肩付近にダム軸に平行に全長にわたり亀裂一部滑動
上流ダム	4~5m	完全欠壊
蒲野沢ダム	12m	堤長約80mの内中央部50m位に堤頂に亀裂、上流側に10~15cm沈下
横浜ダム	12m	堤頂約90mの内40m欠壊、残留部分も上下流にそれぞれ滑動
横浜ダム		全体に沈下、上流側石張に亀裂、斜錘折損

頂が最大1.3m沈下した。

同干拓堤防は昭和39年5月7日青森県西方海底に起こった地震によって、西北部の堤防がかなりの延長にわたって沈下などの被害を受けている。

しかしながら被害箇所が両地震ではなほだしく異なっているのは興味ある事実であり、今後の調査結果がまたれるのである。

表13には青森県下における農業用施設の被害が示してある。
(1968年10月24日受理)

正 誤 表 (11月号)

ページ	段	行	種別	正	誤
19			図 12	(F1) Fluidizing Bed	(FL) Fluidizing Bed
20	左	7	本文	M型とA型を示して	M型とV型を示して
24			写真 10	③写真①の電子顕微鏡	③写真①電子顕微鏡
25			図 3	⑦(Cu ⁺)/Cu ₂ O	⑦(Cu ⁺)/Cu ₂ O
26	右	下6	本文	行った場合	行なった場合