

39. 1983年日本海中部地震被害調査報告 — 土木関係を主として —

地震研究所

{	伯野元彦
	飯田昌弘
	鈴木崇伸
	岩下和義

(昭和58年10月31日受理)

1983年5月26日正午頃日本海中部地震が発生した。気象庁(1983)の発表によれば、発生時刻は12時0分、マグニチュードは7.7、震源は秋田県沖で北緯40°24′、東経138°54′、深さ約5kmであり、各地の震度は以下のものであった。

V: 秋田, むつ, 深浦

IV: 盛岡, 青森, 八戸, 酒田, 江差

III: 室蘭, 福島, 宮古, 仙台, 大船渡, 但知安, 輪島, 山形, 函館, 帯広, 新潟, 新庄, 相川, 高田

II: 札幌, 小名浜, 留萌, 前橋, 浦河, 小樽, 白河, 苫小牧

I: 金沢, 釧路, 旭川, 長野, 網走, 館山, 西郷, 石巻, 豊岡, 水戸, 福井, 岩見沢, 米子, 敦賀, 三島, 熊谷, 横浜, 諏訪, 広尾, 父島

筆者らは、地震発生後早速現地へ赴き、主として土木構造物の被害を調査してきた。以下にその概要を報告する。

1. 被害の概要

今回の地震によって、秋田県・青森県を中心として被害が発生した。図1に被害を受けた市町村を示す。秋田県庁による秋田県下の被害の概況を表1に、青森県庁による青森県下の被害概況を表2に示す。今回の地震における死者は102名であり、秋田県で83名、青森県で17名と、ほとんどの死者がこの2県に集中しており、うち秋田県が8割強を占めている。死亡原因は、津波(100名)、煙突の下敷(1名)、ビルの屋根の下敷(1名)となっており、ほとんどが津波による犠牲者である。

地震の被害は、秋田県で1,481億円、そのうち大潟村だけで308億円に及んでいる。青森県では517億円である。

土木構造物の被害は、津波によるものもあるが、軟弱地盤の液化化による被害が多い。地震力自体による被害は少なかった。液化化による被害は、道路施設、鉄道施設、港湾施設、水道施設等、広く及んだ。

建築物の被害については、秋田県の若美町、天王町、能代市、青森県の車力村、木造町など沖積層の軟弱地盤での被害が多く、秋田市中心部の旧市街地での被害は軽微であつ

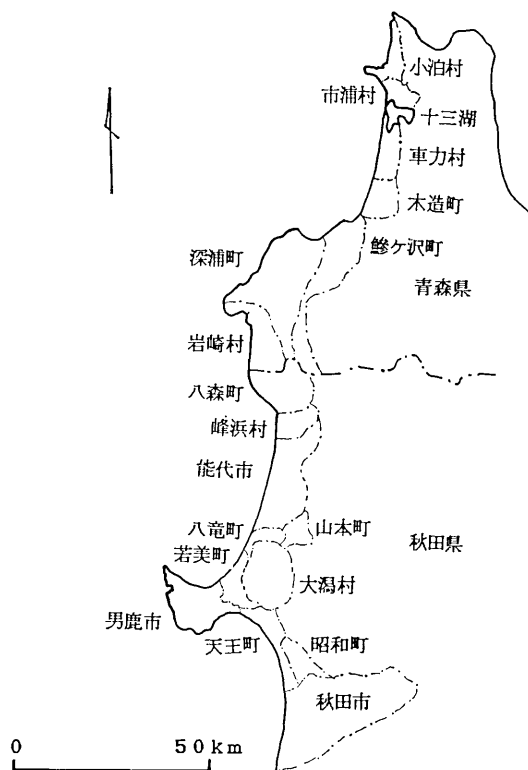


図 1. 被害を受けた市町村

た。

道路施設については、国道7号に沿う能代市周辺、とくに能代南バイパスにおいて路面の亀裂・陥没等の被害が大きかった。他に国道301号、399号、主要県道秋田一男鹿線、能代一男鹿線、津軽平野西部の主要地方道十三道などでも被害が大きかった。

鉄道施設については、五能線の陸奥岩崎一陸奥森田間、奥羽本線の森岳一東能代間、津軽線の蟹田一三厩間では被害が大きく6月下旬まで不通となった。被害の状態は、路盤の陥没・亀裂、盛土崩壊、橋梁変形などである。

港湾施設については、秋田県内では秋田港において、岸壁裏込の液状化、岸壁・ケーソンの前傾、エプロンの沈下等の液状化による被害がめだった。能代港では、同様の被害の他、津波による防波堤の沈下・転倒・散乱といった被害がでた。他に、船川港、本荘港、青森県の青森港、深浦港、野辺地港、大間港でも液状化により秋田港と同様の被害がでた。

河川については、一級河川の米代川と雄物川の河口付近で堤防に亀裂の入る被害が多かった。秋田県内の中小河川でも同様の被害がでた。

上水道施設については、秋田県の男鹿市、能代市、青森県の車力村、鯉ヶ沢町など液状化の著しい地域で被害が出て、断水をおこした。

下水道施設については、秋田県の西北部の海岸付近の軟弱地盤地帯に被害が集中した。

表 1. 秋田県下のおもな被害概況 (昭和58年7月11日現在 秋田県による)

区 分		件 数	被 害 額 (千円)	
人	死 者	83人		
	重 傷 者	54		
	軽 傷 者	211		
住 家	全 壊	1,132棟	26,600,330	
	半 壊	2,622		
	一 部 破 損	2,867		
	床 上 浸 水	65		
	床 下 浸 水	277		
	非 住 家	2,815		
	小 計	9,778		26,600,330
医 療 施 設	病 院	29箇所		
商 工 施 設			10,106,508	
林 業 施 設			5,557,330	
水 産 施 設			4,195,000	
漁 港 施 設			1,486,000	
文 教 施 設		272箇所	1,732,959	
農 業 施 設	田 畑	2,643 ha	24,477,000	
		496 ha		
公 共 土 木 施 設	道 路	670箇所	59,252,732	
	橋 梁	84		
	河 川	196		
	港 湾	125		
	砂 防	41		
	小 計	1,116		59,252,732
そ の 他	国 鉄		2,200,000	
	電 力	17,563		
	ガ ス	14,905		
	水 道	22,187		
	自 動 車	71		
	石 べ い	907		
	治 山	49		
	公 共 施 設			3,920,970
	農 業 被 害			2,411,000
	畜 産 被 害			7,000
	林 業 被 害			399,550
	商 工 被 害			5,488,759
	そ の 他			293,107
計			148,128,245	

表 2. 青森県下のおもな被害概況 (昭和58年7月21日現在 青森県による)

区 分		件 数	被 害 額 (千円)
人	死重	17人	
	軽傷者	7 18	
住 家	全半	447棟	3,129,000
	一部	865	3,027,500
	一床	3,018	3,621,600
	床非	62	21,700
	非住	152	15,200
	壊損水家	2,582	350,095
	小 計	7,126	10,165,095
環 境 保 健	医 療 施 設	61箇所	965,578
	ゴミ 処 理 施 設	13	52,911
	し尿 道 施 設	5	16,458
	水 そ の 他	525	481,510
		30	146,553
	小 計	634	1,393,010
商 工 労 働	商 光 施 工	4,931箇所	7,371,254
	観 光 施 工	13	23,900
	小 計	4,944	7,395,154
農 林	田畑	8,745 ha	932,713
	畜産	12	22,178
	共業	143箇所	53,639
	農林	1,170	638,092
		117	7,670,000
	小 計		1,080,889
	小 計		10,397,511
水 産	漁 港 施 設	76箇所	1,274,200
	漁 船 他	853隻	2,346,852
	小 計		1,650,244
	小 計		5,271,096
公 共 土 木	道 橋 河 港	702箇所	8,081,016
	海 砂 防 岸	48	1,344,300
	下 海 砂 防 岸	243	3,742,027
	公 道 防 岸	44	545,390
	公 道 防 岸	32	588,073
	公 道 防 岸	11	91,500
	公 道 防 岸	5	18,200
	公 道 防 岸	5	9,200
	公 道 防 岸	6	95,440
		小 計	1,096
教 育	小 中 高 校	152校	697,059
	学 校 校 校	70	870,842
	の 校 校 校	41	105,091
	そ の 他	107	830,800
		小 計	370
そ の 他	県 庁 舎 等	39箇所	35,269
	警 察 等	225	19,554
	小 計	264	54,823
計			51,695,827

電力施設については、重大な被害はなく、停電も当日のうちにすべて回復した。

通信施設については、重大な被害はなかった。

ガス施設については、男鹿市や能代市で供給が停止された。

液状化の被害は、秋田県西北部の秋田市、若美町、天王町、大瀧村、能代市、青森県西部の車力村、木造町、鯨ヶ沢町などの広い範囲で、道路の陥没、家屋の倒壊、堤防の沈下、鉄道の路盤の沈下、田畑での噴砂・噴水・地割れ、へい・門柱の傾斜・倒壊、アースフィ

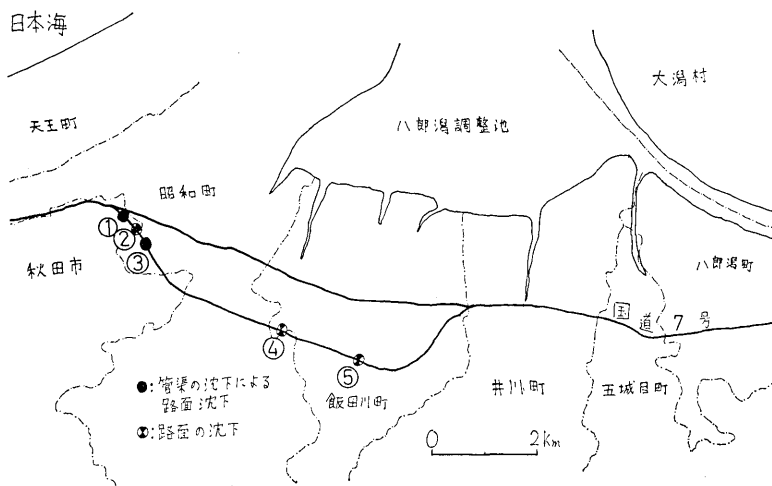


図 2. 国道7号の被害状況 昭和町一飯田川町間
(建設省東北地方建設局による)

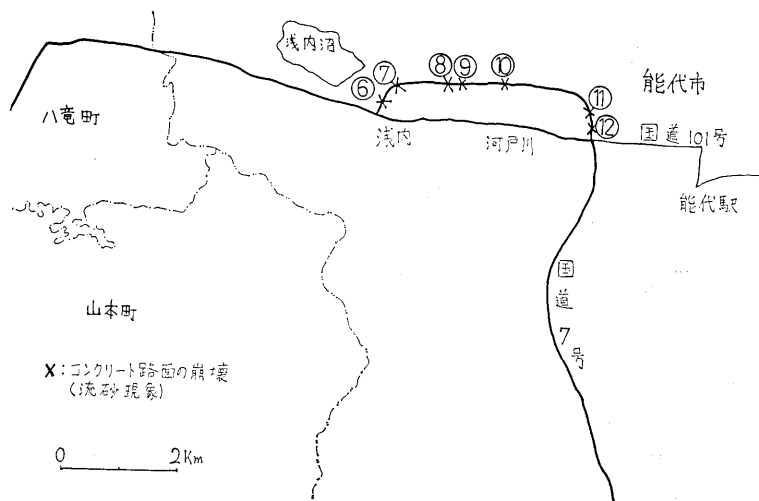


図 3. 国道7号の被害状況 能代南バイパス
(建設省東北地方建設局による)

ルダムひび割れ等がおこった。特に大潟村では堤防の総延長の80%が被害を受けた。

石油タンクの被害は、秋田市の東北電力秋田火力発電所で、原油タンク1基より出火したがすぐに消火された。新潟では、スロッシング現象による原油の飛散という被害がでた。

津波の代表的被害としては、能代港の火力発電所建設用の一辺約50mの立方体のケーソンが流され、米代川の河口部では護岸工が損壊した。

2. 道 路

道路施設においては、路盤の亀裂・陥没等の被害が多くでた。橋梁被害には著しいものではなく、軽微であった。

表 3. 秋田県内の交通規制状況 (秋田県土木部道路課による。番号は図4と共通)

番 号	路 線 名	位 置	状 況	開 通 時
1	国道7号線	琴丘町鹿渡	陥 没	5月26日23時
2	"	能代市浅内	陥 没	5月27日 4時
3	101号線	峰浜村目名浮	陥 没	5月26日16時
4	"	能代市落合	陥 没	5月27日 9時
5	秋田男鹿	天王町江川	陥 没	5月26日16時
6	"	天王町男鹿大橋	橋 台	5月26日16時
7	琴丘男鹿公園	大潟村新生大橋	橋 台	5月26日18時
8	"	大潟橋野石橋	橋 台	5月27日18時
9	"	若美町野石申川	陥 没	5月27日 9時
10	男鹿八竜	大潟村・八竜町	決 壊	5月28日18時
11	能代男鹿	若美町五明光	亀 裂	5月27日10時
12	河辺雄和	雄和町左手子	陥 没	5月28日13時
13	大平山八田	秋田市太平二ノ橋	橋 台	5月26日15時
14	脇本	男鹿市脇本	陥 没	5月27日12時
15	秋田昭和飯田川	昭和町大御守	陥 没	5月27日 6時
16	塙川能代	能代市比八田	陥 没	5月26日16時
17	男鹿昭和飯田川	男鹿市八竜橋	橋 台	5月26日19時
18	道村大川	大潟村大潟橋	橋 台	5月26日19時
19	湖本加茂船川港	男鹿市門前	落 石	6月 3日 9時
20	寒風山	男鹿市寒風山	亀 裂	5月26日16時
21	金光寺能代	山本町逆川	決 壊	5月26日16時
22	富根能代	能代市向能代	陥 没	5月27日17時

建設省東北地方建設局によると、国道の被害は、秋田県内では7号の能代市周辺で多くの陥没被害が発生し、能代南バイパスが最も被害大であった。101号沿いの能代市と峰浜村でも陥没被害が発生した。

建設省東北地方建設局による国道の被害状況を図2、図3に示す。液状化による路面の沈下・崩壊がめだっている。国道7号沿いの昭和町一飯田川町間、能代市の能代南バイパスの被害が大きかった。被害は日本海の海岸線と平行する砂丘より内陸側の低地を走る道路で多く発生している。軟弱地盤上を走る道路や盛土を走る道路での被害が主であった。

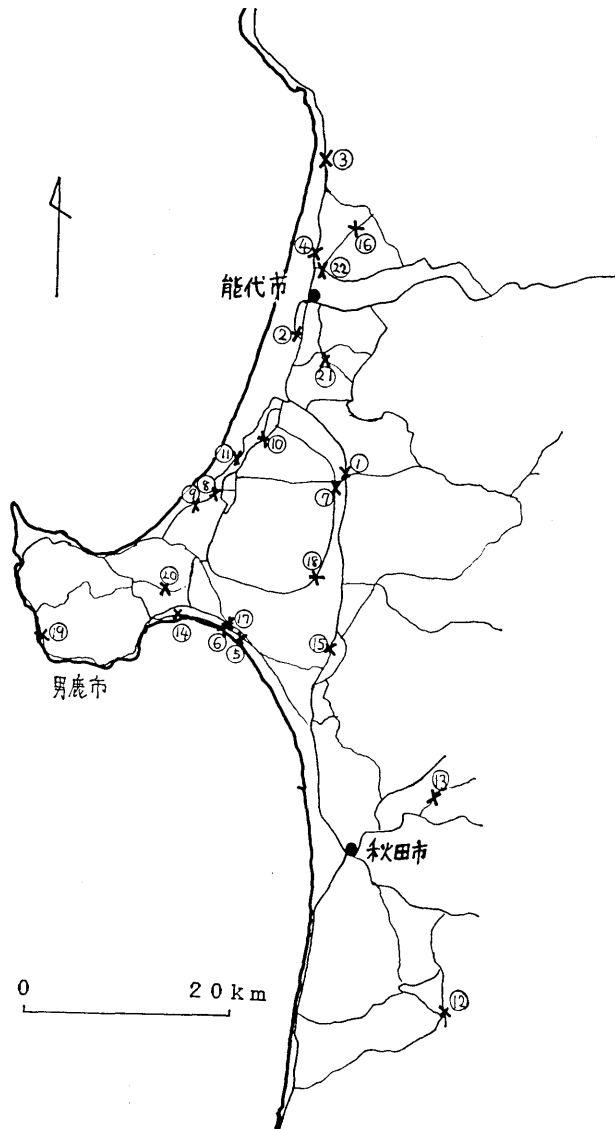


図4. 秋田県内の交通規制箇所（秋田県土木部道路課による。番号は表3と共通）

秋田県土木部道路課によると、秋田県内の道路施設の被害は661箇所、被害総額50億4,213万円、橋梁施設は84箇所、8億539万円に及んだ。

秋田県内の交通規制の状況を表3に示し、図4にその箇所を示す。液状化による亀裂・陥没・盛り等が、海岸近くで多数発生した。山間部でもがけくずれ等の被害がでた。被害は秋田一能代間の軟弱地盤地帯で多発している。不通箇所の大半は5月27日までに復旧し、6月3日までにすべて復旧している。

青森県道路維持課によると、青森県の道路被害は、県西部の津軽平野の沖積低地に集中的に生じている。また、山岳地帯の沢すじや盛土部にも比較的多く発生している。被害金額を表4に示す。県管理の道路の被害は、道路橋梁合わせて51億円余となり、このうち道路については、53路線406箇所45億円、橋梁については36橋梁6億5千万円である。市町村道まで含めると、道路701箇所68億円、橋梁47箇所9億円で、合わせて748箇所77億5千万円にもなる。

地区別に被害額をみると、震源地に最も近い深浦町で57箇所3億5,900万円、鱒ヶ沢町で126箇所9億8,600万円、木造町で87箇所10億6,600万円、車力村では95箇所16億6,200万円となっている。これらの地域には軟弱地盤が多く、被害は細砂層の液状化現象によるものが多い。日本海沿岸の4町村における道路被害が大きく、県町村道合わせて40億2,300万円にも及び、県全体の道路被害額の52%を占めている。

被害の形態としては、路面の陥没が最も多く315箇所、道路被害箇所の77%を占めた。その他に、車道・歩道・舗装面の亀裂・陥没及び路肩の陥没、法面の亀裂・すべり崩壊、石積・ブロック積・コンクリート擁壁などの構造物の亀裂・損壊、橋梁の被害がでた。

橋梁の被害状況を表5に示す。また個々の橋梁の被害を表6に示す。被害の概要は、下部工では、地盤支持力低下による橋台・橋脚の変位・不等沈下、桁激突による橋台パラペットの破損・亀裂、地震力による橋脚の亀裂、基礎工の座屈・亀裂、橋台取付部の袖壁の亀裂・取付道路の沈下等がおこった。上部工の被害としては、コンクリート橋主桁部の亀

表4. 青森県の道路・橋梁被害額（昭和58年8月13日現在 青森県道路維持課による）

管 理	区 分	路 道		橋 梁		計	
		箇 所	被 害 額	箇 所	被 害 額	箇 所	被 害 額
県	国 道 主 要 一 般	139	1,439,568千円	13	155,060千円	152	1,594,628千円
		160	2,152,550	9	116,227	169	2,268,777
		107	912,258	14	380,528	121	1,292,786
	計	406	4,504,376	36	651,815	442	5,156,191
市町村		295	2,316,119	11	277,562	306	2,593,681
	計	295	2,316,119	11	277,562	306	2,593,681
青森県 全 体		701	6,820,495	47	929,377	748	7,749,872
	計	701	6,820,495	47	929,377	748	7,749,872

表 5. 青森県内の橋梁被害状況 (青森県道路維持課による)

橋種	コンクリート橋			鋼橋			計	備考
	～S13	～S46	S47～	～S13	～S46	S47～		
架設年次(年)								
1. 上部								
(1) 主桁の変形		2					2	ねじれ, 切損, ひびわれ
(2) 床版の変形					1		1	ひびわれ
(3) 支承部の変形	1	2			1	6	13	ひびわれ, ボルトのゆるみ, アンカー抜け
(4) 伸縮装置の変形			2			4	7	
2. 下部								
(1) パラペットの破損			1		1	4	8	
(2) 橋台の変形	1	1	4		1	1	12	沈下, 傾斜, 移動
(3) 橋脚の変形	2		1			1	5	沈下, 傾斜, 移動
小計	3	5	8		4	15	48	
3. 袖工								
(前面護岸工含む)	1	3	1		1	5	16	
計	4	5	9		5	20	64	86 橋

表 6. 青森県内の橋梁(国道のみ)の被害箇所(青森県道路維持課による)

路線名	橋梁名	橋架年次	橋梁型式	延長(m)	被害金額 (千円)	被災内容
国道280号	山崎橋	S.31	RCT桁	9.5	14,957	主桁亀裂, 橋台沈下
101号	鳴沢橋	S.42	鋼鉄桁	41.0	45,603	橋台・袖工前面護岸亀裂
101号	美濃捨橋	S.49	H鋼桁	19.2	12,713	橋台沈下傾斜, 杓袖工破損, 上部工移動
101号	基橋	S.33	RCゲルバー	18.2	5,098	橋台亀裂
101号	関跨線橋	S.48	H鋼桁	24.5	1,593	バラベット・袖工亀裂
101号	追良瀬橋	S.34	RCゲルバー	149.4	443	橋台杓座破損
101号	吾妻橋	S.46	ボステノンT桁	54.0	6,158	橋脚杓座亀裂
102号	境橋	S.50	H鋼桁	105.3	7,497	袖工亀裂
339号	嘉瀬1号橋	S.55	RCスラブ	2.5	33,533	床版橋・橋台沈下・傾斜, 取付道路沈下
339号	新深郷田橋	S.54	鋼鉄桁	24.7	6,409	バラベット亀裂, 支承破損
339号	唐崎橋	S.50	プレテンスラブ	30.0	9,785	橋台沈下・傾斜
338号	七引橋	S.39	RCT桁	14.0	3,137	袖工亀裂
280号	王古橋	S.13	RCスラブ	3.6	8,283	橋台沈下

裂、伸縮継目の損傷、支承の移動変位による床版の損傷、上部工の横移動並びに全体の歪、木橋の損壊などがおこった。写真1に青森県の県道鯨ヶ沢蟹田線の羽黒橋の被害を示す。橋台（パイルベント）基礎が座屈、沈下し、取付部が沈下をおこした（青森県道路維持課による）。

道路被害を地域別に見てみると、震源地に近い鯨ヶ沢町と深浦町では、国道101号の被害が大きかった。被害としては、以下のようなものがあった。

- ・高盛土区間において、盛土材料にシラス土使用の箇所にも崩壊が多く見受けられる
- ・構造物背面盛土の沈下による段差、亀裂
- ・盛土による現道拡幅部の亀裂、沈下

今回の地震で、道路被害の最も大きかった車力村・木造町では、県道鯨ヶ沢蟹田線の被害が大きく、金木町・中里町では国道339号の被害が大きかった。被害としては、

- ・溜池堤防兼用道路の亀裂、陥没
- ・新設道路、バイパス等の盛土部の亀裂・陥没（在来地盤が田地のような排水不良土質の軟弱地盤の場合1.0～2.0mの低盛土であっても陥没・沈下による亀裂が多く発生した。）
- ・含水比の高い細砂の液状化現象による道路の陥没・沈下

等がおこっており、特に液状化による被害がめだった。

蟹田町、今別町周辺では、県道今別蟹田線の被害が大きかった。被害としては、

- ・軟弱地盤上の路体盛土の滑動による道路全体の崩壊（腐食土が堆積した沢地を埋立て盛土）
- ・片切、片盛土施工による盛土部分のすべり性崩落

等がおこった。写真2に青森県の県道今別蟹田線の盛土部の陥没の被害を示す。沢地堆積層上に盛土施工した箇所が被害を受けた（青森県道路維持課による）。

地震発生後の通行規制箇所は、22路線42箇所であった。通行規制状況の推移を表7に示す。内訳は、全面通行止は17路線24箇所、片側通行6路線13箇所、大型車通行規制は5路線5箇所であった。地震後2ヶ月たった7月31日においても、全面通行止1路線1箇所、片側通行が3路線8箇所となっている。大型車通行規制箇所はなくなっている。



写真 1. 羽黒橋の被害（青森県道路維持課による）



写真 2. 今別—蟹田線の盛土部の陥没の被害（青森県道路維持課による）

表 7. 青森県内の通行規制状況の推移 (箇所数) (青森県道路維持課による)

種別	規制内容	5月26日		5月31日		5月30日		7月31日		摘要
		国	主一計	国	主一計	国	主一計	区	主一計	
道路	全面通行止	6	7 8 21	0	1 2 3	0	1 1 2	0	1 0 1	
	片側通行	8	3 0 11	3	5 0 8	1	5 0 6	1	5 0 6	
	大型規制	2	1 0 3	1	0 0 1	0	0 0 0	0	0 0 0	
	小計	16	11 8 35	4	6 2 12	1	6 1 8	1	6 0 7	
橋梁	全面通行止	2	1 0 3	0	0 0 0	0	0 0 0	0	0 0 0	
	片側通行	0	2 0 2	0	2 0 2	0	2 0 2	0	2 0 2	
	大型規制	0	0 2 2	0	0 0 0	0	0 0 0	0	0 0 0	
	小計	2	3 2 7	0	2 0 2	0	2 0 2	0	2 0 2	
計	(路線数)	(4)	(5) (8) (17)					(1)	(1)	8月20日解除 → 片側へ
	全面通行止	8	8 8 24	0	1 2 3	0	1 1 2	0	1 0 1	
	(路線数)	(3)	(3) (6)					(1)	(2) (3)	
	片側通行	8	5 0 13	3	7 0 10	1	7 0 8	1	7 0 8	
	(路線数)	(2)	(1) (2) (5)							
	大型規制	2	1 2 5	1	0 0 1	0	0 0 0	0	0 0 0	
(路線数)	(6)	(6) (10) (22)					(1)	(3) (4)		
計		18	14 10 42	4	8 2 14	1	8 1 10	1	8 0 9	

被害を受けたこれらの幹線道路及び生活道路の確保と交通の安全を図るため、被災後ただちに応急措置等を施した箇所は108件にのぼっている。

3. 鉄 道

国鉄施設局土木課の発表によると、被害状況は以下のようである。

地震発生と同時に、東北新幹線の一ノ関～北上間をはじめ、秋田・盛岡・青函の各局の管内全線並びに新潟・仙台局管内の一部線区で列車を抑止したほか、多数の線区で運転規制を行った。

当日のうちに、東北新幹線・東北本線・羽越線など大半の線区が開通した。しかし、震源域に近い津軽の蟹田～三厩間、奥羽本線の森岳～東能代間、五能線の陸奥岩崎～陸奥森田間では被害が大きく、6月下旬まで不通となった。被害状況を図5に示す。また各線区ごとの被害を表8に示す。

表8によると、路盤の陥没・亀裂、軌道狂い、橋梁の変化等、12線区で240箇所及び被害が出ている。

被害総額（直接災害費）は、土木関係（軌道復旧を含む）で約23億円である。

次に被害が大きかった線区ごとに被害状況と復旧状況を示す。

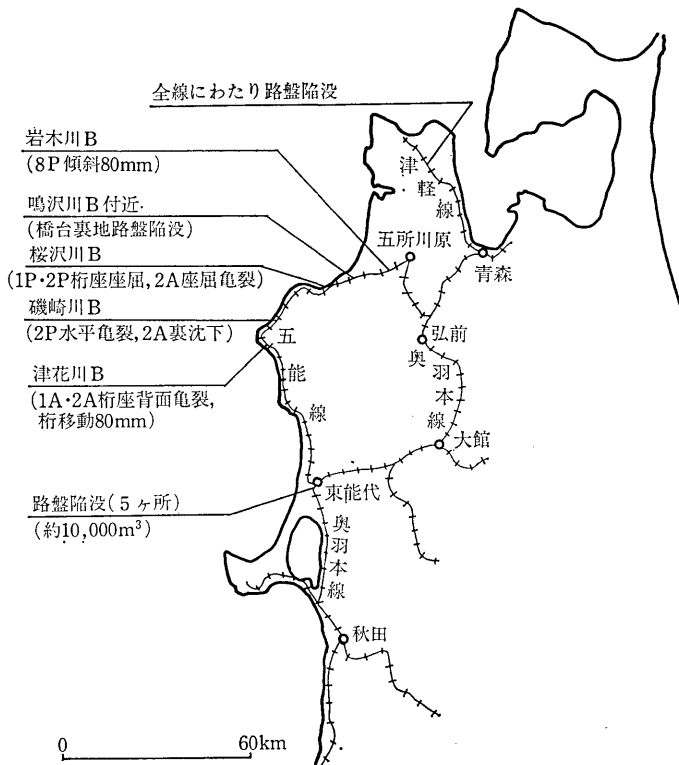


図 5. 国鉄の被害状況 (国鉄による)

表 8. 線区別被害及び開通状況 (昭和58年6月6日現在 国鉄による)

被害状況等 線区別		被害状況							不通区間	開通状況	記 事
		軌道 狂 い	路盤 陥 没	築堤 崩 壊	橋りょう 変 状	ト ン ネ ル	土 面 変 状 そ の 他	計			
1	松 前	11	10		7	3	1	32		全線開通5/30	
2	東 北		1					1		全線開通5/26	
3	津 軽	13	35		2			50		全線開通6/4	
4	大 畑		2	4				6		全線開通5/27	
5	花 輪	1						1		全線開通5/26	
6	奥 羽	9	14	1				8	森岳・東能代	見込 6/7	南能代構内路盤陥没延長約 2 km
7	羽 越	3	8					11		全線開通5/26	
8	五 能	32	26	6	16	5	5	90	陸奥岩崎・陸奥森田	見込 陸奥岩崎・陸奥森田 6月下旬	津花川・桜沢川・各橋りょう変状 鳴沢川橋りょう付近路盤陥没
9	男 鹿	6	6					1		全線開通5/27	
10	阿仁合	2	1					3		全線開通5/26	
11	田沢湖	1						1		全線開通5/26	
12	米 坂				2			2		全線開通5/26	
合 計		78	103	11	27	8	15	242			

一奥羽本線一

秋田以北で32箇所の災害が発生し、大半は築堤部の路盤陥没か軌道の沈下、通り狂いであり、八郎瀨〜鷹巣間に集中した。特に森岳〜東能代間は、軟弱地盤上の高築堤に被害が大きく、路盤の沈下高 1.5 m〜3.0 m の規模で軌道がはしご状になった箇所が数箇所あり、南能代構内 (信号場) 付近約 2 km が特に著しい。図 6 に路盤陥没被害の状況を示す。

奥羽本線は、森岳〜東能代間を残して地震直後より逐次開通したが、南能代構内付近は、土砂約 1 万 m³ を要するなど大規模であったため、開通は最も遅れて 6 月 7 日となった。

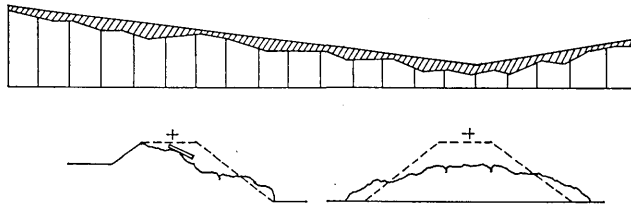


図 6. 北金岡一南能代間の路盤陥没 (奥羽本線) (国鉄による)

—五能線—

震源域に最も近い線区であるため、被害箇所数は最も多く、90箇所へのぼる。特に震源に直面する海岸線に沿っている陸奥岩崎～五所川原間に被害が大きく、全域的に路盤陥没に伴う軌道狂いが発生している。

写真3は、風合瀬における路盤陥没により、軌道がはしご状になった被害状況を示す。また橋梁変状では、橋台裏の路盤沈下や、橋台橋脚の傾斜・躯体亀裂が多く発生しており、津花川橋梁、磯崎川橋梁、桜沢川橋梁、岩木川橋梁等、16箇所被害がでた。

図7に陸奥柳田～陸奥赤石間の桜沢川橋梁、図8に木造～五所川原間の岩木川橋梁の被害状況を示す。

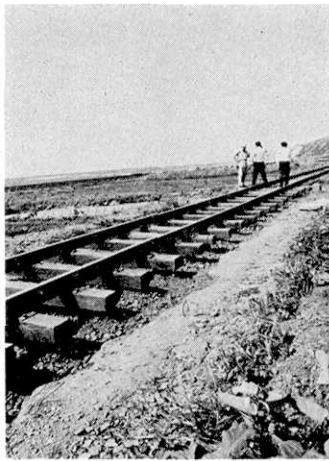


写真 3. 風合瀬付近の五能線の被害

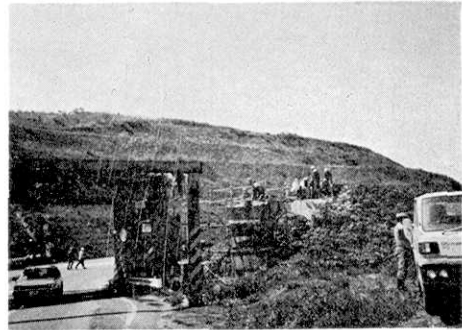


写真 4. 五能線の橋脚の被害

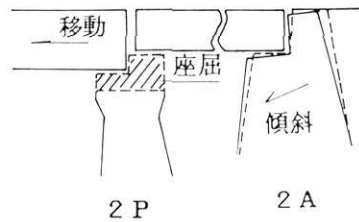
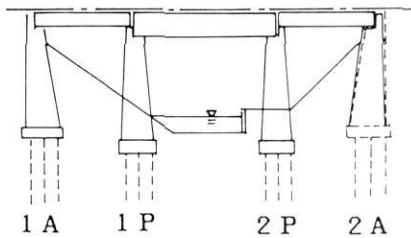


図 7. 桜沢川橋梁の被害状況 (五能線) (国鉄による)

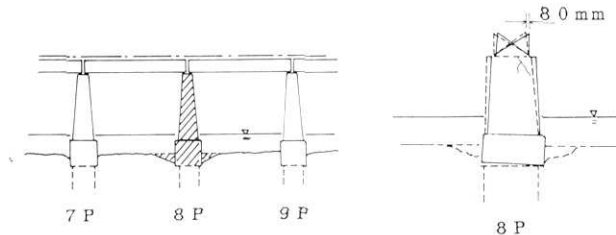


図 8. 岩木川橋梁の被害状況 (五能線) (国鉄による)

復旧は、上記橋梁の復旧工事にかかなりの期日を要するほか、鯨ヶ沢〜鳴沢間の鳴沢川橋梁付近の路盤陥没が大きいため、開通は6月下旬であった。写真4は、被害を受けた橋脚をとり壊している状態である。

—津軽線—

蟹田以北では、全線にわたり路盤沈下が小規模ながら多数発生しており、全50箇所被害箇所の大半が軌道沈下、通り狂いである。

復旧は、全域的な軌道修復工事と、特に大平〜津軽二股間に発生した路盤沈下高約2.5mの大規模災害のため、6月4日であった。

4. 港 湾

秋田県土木部港湾課によると、秋田県内の港湾施設の被害状況は表9のようである。また、青森県土木部港湾課による青森県内の港湾施設の被害状況を表10に示す。

被害の大きかったのは、秋田港と能代港と青森港であった。秋田港では、護岸の裏込め土が液状化して広い範囲で崩壊し、エプロンの沈下、岸壁の前傾、臨港道路の陥没といった液状化による被害が多発した。いたる所に噴砂のあとがみられた。能代港では液状化の被害がおこった上、津波による大被害がでている。他の港でも、液状化・津波による被害が大きかった。漁港では、津波の被害が大きかった。

写真5〜8に秋田港の被害を示す。写真5は、地盤が陥没した状態であり、写真6は、護岸の裏込めが液状化して広い範囲ですべった状態を示す。写真7は、液状化した砂がふきだしたあとのクレーターであり、秋田港のいたる所で見られた。写真8は、地盤が液状化して、その上に乗っていたクレーンが強制変位をうけて片方の足は折れ、もう片方も傾いてしまった状態である。折れた方の足のまわりには、液状化して噴出した砂が堆積して

表 9. 秋田県内の港湾施設の被害状況（秋田県土木部港湾課による）

港 湾 名	被 害 状 況
秋 田 港 72件 9,427,313千円	岸壁裏込の液状化、岸壁・ケーソンの前傾、エプロンの沈下・亀裂、臨港道路の亀裂・陥没、鋼矢板の湾曲
能 代 湾 31件 3,143,254千円	護岸の沈下・傾斜・崩壊、エプロンの沈下、臨港道路の沈下、防波堤・波除堤の沈下・転倒・散乱
船 川 港 15件 270,779千円	物揚場の前傾、エプロンの沈下、道路の沈下、護岸の前傾・亀裂・移動、すべりによる張ブロックの崩壊、道路の沈下、防波堤のクラック、防砂堤の先端部の沈下
戸 賀 港 4件 60,765千円	物揚場の前傾、エプロンの沈下、道路の沈下
本 荘 港 14件 13,097千円	導流堤の堤体の沈下

表10. 青森県内の港湾施設の被害状況（青森県土木部港湾課による）

港湾名	被害額	被害状況
青森港	35件 406,390千円	岸壁の裏込の液状化, 岸壁のエフロシヤ沈下・亀裂, 護岸の沈下, ケーソン移動, 道路の沈下
深浦港	7件 94,500千円	エフロシヤ亀裂沈下, 道路沈下, 野積場の亀裂・沈下, 津波によるゴミ等の散乱
野辺地港	3件 18,000千円	護岸本体の傾斜・はらみだし, ブロック沈下, 水叩の亀裂・沈下
大湊港	2件 12,000千円	防波堤の上部工の亀裂・沈下, 埋立地・排水口の沈下
大間港	2件 17,000千円	エフロシヤ亀裂・沈下, 水叩の亀裂・沈下



写真 5. 秋田港における地盤の陥没



写真 6. 秋田港の護岸の被害



写真 7. 秋田港での噴砂



写真 8. 秋田港のクレーンの被害

いた。

5. 河 川

建設省東北地方建設局能代工事事務所によると、一級河川米代川の災害の状況は、表11に示すようである。被害は、堤防・護岸の被害が多く、亀裂・陥没といった液状化の被害が主である。河口部では、津波による護岸の損壊もおこった。また、一級河川雄物川では、堤防被害が河口部より10 km 以内で4箇所あり、堤頂部に縦方向の亀裂が発生し、斜面のはらみだしがおこった。他の中小河川の堤防にも被害があった。

表11. 米代川の災害状況（建設省東北地方建設局能代工事事務所による）

番 号	被 害 箇 所 地 先 名	被 害 概 況	
		種 別	延長 (L, m), 面積 (A, m ²)
1	能代市中島地先	堤防, 護岸	L=690, A=9,960
2	能代市落合地先	堤防, 護岸, 樋管	L=500
3	"	護岸	L=360, A=3,240
4	"	"	L= 22, A= 88
5	能代市中島地先	"	L= 20, A= 160
6	能代市落合地先	"	L=200, A=1,800
7	能代市中島地先	堤防	L=100
8	能代市落合地先	種ブロック	L= 25, A= 125
9	"	"	L= 33, A= 165
10	能代市吹越地先	護岸	L=140, A= 700
11	能代市中川原地先	築堤, 護岸	L=250, A=2,500
12	能代市吹越地先	護岸	L=110, A= 550
13	"	"	L= 20, A= 120
14	能代市中川原地先	"	L= 54, A= 270
15	能代市林瀬地先	"	L= 50, A= 250
16	"	築堤	L= 10
17	能代市道地地先	築堤, 護岸	L=397, A=3,382
18	能代市産物地先	"	L= 20, A= 120
19	鷹巣町今泉地先	"	L= 46, A= 690
20	"	"	L= 35, A= 525
21	"	"	L= 15, A= 225
22	"	"	L= 15, A= 225
23	"	"	L= 85, A=1,275
24	"	"	L= 69, A=1,035
25	比内町扇田地先	護岸	L=160, A=1,120
26	鷹巣町脇神地先	築堤, 護岸	L= 48, A= 288
27	"	"	L= 17, A= 102

表12. 能代市の配水管及び導水管の災害復旧箇所数 (能代市ガス水道局による)

	6月17日現在					6月30日現在					
	HP	CIP	ACP	VP	計	HP	CIP	ACP	VP	計	
導水管 φ450 mm	7				7	7				7	HP: ヒューム管 CIP: 鋳鉄管 ACP: 石綿管 VP: 硬質塩ビ管
配水管 φ450 mm		12			12		12			12	
φ400		7			7		7			7	
φ350											
φ300		3			3		3			3	
φ250		3			3		3			3	
φ200		4			4		4			4	
φ150		2	71		73		2	71		73	
φ100		3	134	54	191		3	143	54	200	
φ 75		2	107	119	228		2	108	119	229	
φ 50			7	47	54			7	48	55	
計	7	36	319	220	582	7	36	329	221	593	
給 水					200					200	
合 計	7	36	319	220	782	7	36	329	221	793	

表13. 能代市の地区ごとの被害箇所数 (能代市ガス水道局による。番号は図9と共通)

図 番	箇 所 数	備 考
1	10	
2	50	
3	20	径
4	50	450
5	60	ゝ
6	5	50
7	20	mm
8	30	配
9	30	水
10	15	管
11	35	
12	45	
13	20	
14	10	
15	55	
16	50	
その他	91	
給水管	200	
合 計	796	

6. 上 水 道

上水道施設の被害は、秋田県では能代市・男鹿市周辺、青森県では深浦町・鯉ヶ沢町・車力村などの震源域に近い広い地域で断水がおこった。能代市、男鹿市、深浦町、鯉ヶ沢町、車力村の上水道施設の被害を以下に示す。

能代市ガス水道局による、能代市の配水管および導水管の災害復旧箇所数を表12に示す。口径 75 mm と 100 mm の配水管の被害が大きい。能代市の水道施設の被害は、799箇所、2億3,785万円に及んだ。

図9に能代市の被害状況を示す。図中の地区番号ごとの被害箇所数を表13に示す。被害は、能代駅の西側と河戸川地区の近くに多い。

図10に能代市の上水道の復旧状況を示す。6月3日までに配水管が復旧され、給水率も50%以上になった。6月8日には導水管が復旧され、6月14日に水道は全復旧している。

男鹿市役所による男鹿市の被害状況を図11に

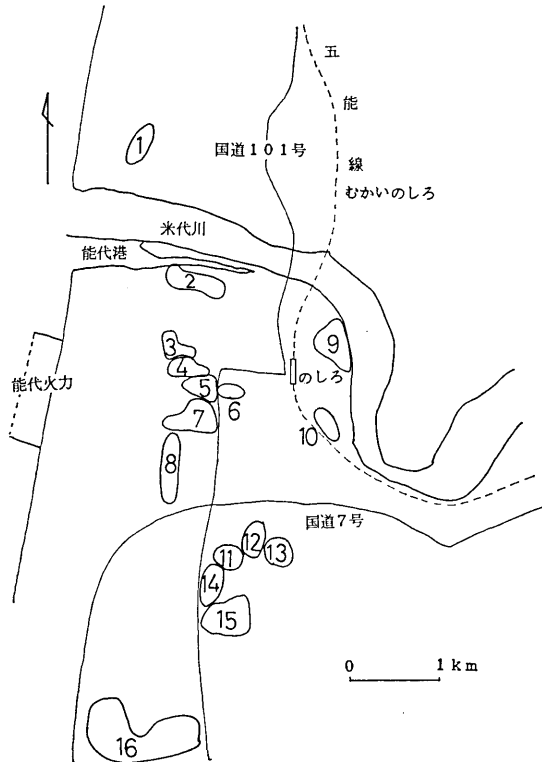


図 9. 能代市の水道の被害状況 (能代市ガス水道局による。番号は表13と共通)

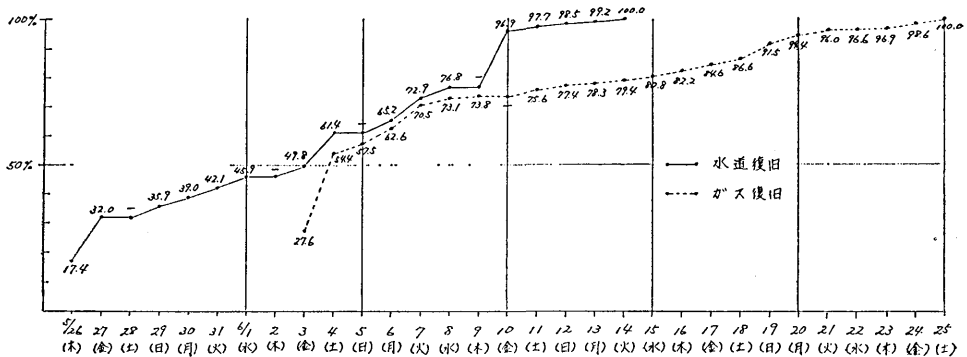


図10. 能代市のガス・水道復旧状況 (能代市ガス水道局による)

示す。被災箇所は、男鹿市の東側に集中している。

表14に管種別被害状況を示す。管のうちでは配水管の被害が多い。給水管の被害は脇本地区が最も多い。管径別被害では口径 150 mm の石綿セメント管の配水管の被害が最も多い。管種別被害については、



図11. 男鹿市の水道施設の被害状況 (男鹿市による)

表14. 男鹿市の管種別被害状況と復旧状況 (男鹿市による)

管種	被災状況	(箇所)	復旧状況	(箇所)	
石綿, セメント管	・カラー継手の亀裂・破損	37	・鋳鉄継手2組切管使用	53	
	・カラー継手の離脱	9	・ユースジョイント使用	26	
	・鋳鉄継手の亀裂・破損	14	・鋳鉄継手1組使用	10	
	・鋳鉄継手の離脱	19	・布設管	4	
	・直管部の折損亀裂	15	・その他		
	・その他	3			
	小計	97	小計	94	
硬質塩化ビニール管	・継手部の亀裂	7	・鋳鉄継手で組切管使用	7	
	・継手部の離脱	17	・フクロジョイント使用	6	
	・その他	1	・MCユニオン組切管使用	14	
			・MCユニオン組使用	1	
	小計	25	小計	28	
鋳鉄管, ダクタイル鋳鉄管	・継手部ゴムリング・ボルト亀裂	2	・継輪切管使用	7	
	・継手部離脱	5	・ボルト取替組み直し	3	
	・フランジ継手部パッキン亀裂緩み	3	・その他	3	
	・その他	3			
	小計	13	小計	13	
鋼管	・継手部の亀裂	1	・鋼管継手切管使用	2	
	・継手部の離脱	2	・溶接	3	
	・溶接部の亀裂	4	・その他	2	
	・その他				
	小計	7	小計	7	
合	計	142	合	計	142

表15. 深浦町の上水道施設の被害状況（昭和58年6月3日現在 深浦町水道課による）

施設	給水人口(人)		水源及び能力	断減水の状況		応急給水等の措置状況
	計画	現在		断水区域	断水時間	
深浦町上水道	6,000	4,065	深井戸 1,500 m ³ /日	全 域 4,065人 1,102世帯	5月26日より 5月31日まで 延108時間	・仮配管及び予備井戸使用にて 応急復旧6月日給水再開 ・5月26日～31日は給水タンク 車台で運搬給水
北金ヶ沢地区簡易水道	3,100	2,473	表流水 790 m ³ /日	全 域 2,473人 575世帯	5月26日より 5月30日まで 延102時間	・仮配管にて応急復旧5月31日 給水再開 ・5月26日～30日はポリタンク 100箇・給水タンク車3台で 220 m ³ 運搬給水
横磯地区簡易水道	510	389	表流水 153 m ³ /日	一 部 389人 78世帯	5月27日より 5月28日まで 延33時間	・配水管布設替にて復旧5月29 日給水再開 ・5月27日～28日は給水車2台 で27 m ³ 運搬給水
舟戸作地区簡易水道	540	365	伏流水 85 m ³ /日	全 域 365人 89世帯	5月26日より 5月27日まで 延32時間	・仮設揚水ポンプにて排水、水 位低下のため仮配管し復旧、 5月28日より給水再開 ・5月26日～27日は給水タンク 車3台で70 m ³ 運搬給水
岩坂地区簡易水道	670	479	湧 水 100 m ³ /日	全 域 467人 95世帯	5月26日より 5月30日まで 延96時間	・仮配管に、応急復旧5月31日 給水再開 ・5月26日～30日は給水車2台 で70 m ³ 運搬給水
風合瀬地区簡易水道	1,200	827	表流水 180 m ³ /日	全 域 827人 809世帯	5月26日より 5月29日まで 延77時間	・仮配管にて応急復旧5月30日 給水再開 ・5月26日～29日は給水タンク 車2台で150 m ³ 運搬給水

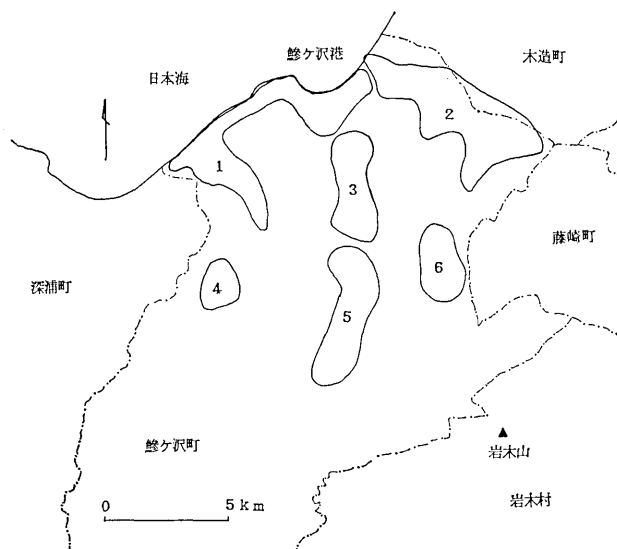


図12. 鯨ヶ沢町の上水道施設の給水区域（鯨ヶ沢町水道課による。番号は表16と共通）

- ・ダクタイル鋳鉄管は、管端部や継手部に接触の跡があり離脱状態であった。
- ・石綿セメント管は、管端部の食い込みに伴い管端部の破損と直管部の折損が大部分であった。
- ・ビニール管には、継手部の離脱と食込み（45 cm）等がみられた。
- ・給水装置工事の破損状態は、ビニール継手箇所破損であった。

男鹿市において、全配管 222 km に対し石綿セメント管延長は58%にあたる 129 km である。今回の破損箇所 137 ヶ所のうち、石綿セメント管が70%にも達した。

男鹿市の水道施設の被害額は、北浦上水道で653万7千円、船川上水道で4,123万3千円、その他布設替を必要とするもの8,262万3千円の合計1億2,640万円に及ぶ。

男鹿市においては、復旧は、5月26日からはじまり、28日には断水解除率約70%、29日には80%、30日には、90%、31日には95%、6月1日には98%となり、6月10日には全部復旧した。断水箇所では朝夕2回給水した。

深浦町水道課による同町の上水道施設の被害状況を表15に示す。断水区域は5月31日までにすべて復旧している。被害は計36箇所であった。

鯨ヶ沢町水道課による同町の被害状況を図12と表16に示す。被害額は総額4,465万円である。

車力村の上水道課による同村の被害分布を図

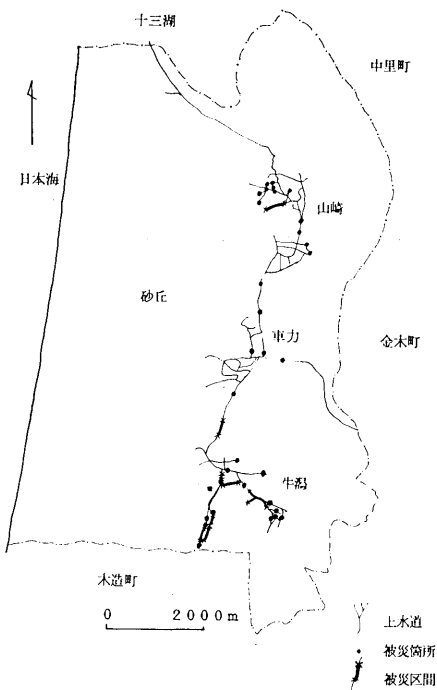


図13. 車力村の上水道施設の被害分布 (車力村上水道課による)

表16. 鯨ヶ沢町の上水道施設の被害状況 (鯨ヶ沢町上水道課による。番号は図12と共通)

番号	名称	水源	被害額 (千円)					計
			取水施設	浄水施設	送水施設	配水池	配水管	
1	鯨ヶ沢町上水道	深井戸		8,559	2,210	755	17,005	28,529
2	鳴沢簡易水道	深井戸	1,938				9,111	11,049
3	中地区簡易水道	伏流水					2,784	2,784
4	種里簡易水道							0
5	芦泡地区簡易水道	表流水					2,288	2,288
6	長平簡易水道							0
計			1,938	8,559	2,210	755	31,188	44,650

表17. 車力村の上水道管の被害状況（車力村上水道課による）

	口 径 mm	離 脱	破 損	計
配 水 管	φ200	2	1	3
	φ150	4	11	15
	φ100	1	15	16
	φ 75	2	29	31
	φ 50	0	1	1
	計	9	57	66
送 水 管	φ100	1	1	2
	計	1	1	2
計		10	58	68



写真 9. 水道管の継手の破壊

13に示す。被害は全村に及んでいる。表17に上水道管の被害状況を示す。被害は配水管の破損が大多数である。口径 75 mm と口径 100 mm の配水管の破損の被害が多い。

写真9は、水道管の継手部が破壊された状態である。

7. 下 水 道

秋田県土木部公園下水道課によると、秋田県下の下水道被害は、図14のように県西北部の震源域に近い海岸沿いの軟弱地盤地帯に集中している。液状化の被害のあった地域を示す図20（後掲）とよい一致をみせている。

秋田県内の各施設ごとの被害状況を表18に示す。被害は、秋田市・男鹿市・能代市・天王町・昭和町・大潟村

の6市町村に及び、157箇所16億7,571万円の被害がでた。

復旧状況としては、供用開始後秋田市、能代市の一部及び大潟村で、下水道管内に土砂が堆積、マンホール周辺の地盤沈下等の被害箇所について、管内の土砂の排除、沈下箇所への土砂・アスファルトによる補修、マンホール間でのポンプ使用によるバイパス流送等の仮応急工事が行なわれた。

管きょの破損の補修及び管きょの布設替え等は、本復旧工事として、Vカットコーキングや開削工法により、災害復旧事業として今後行なわれる予定である。

青森県の消防防災課による青森県内の下水道施設の被害状況を表19に示す。被害は3市町村5箇所1,820万円で秋田県と比較してかなり小さかった。

青森県内のゴミ処理施設及びし尿処理施設の被害状況を表20に示す。被害は12市町村18箇所6,936万9千円におよんでいる。

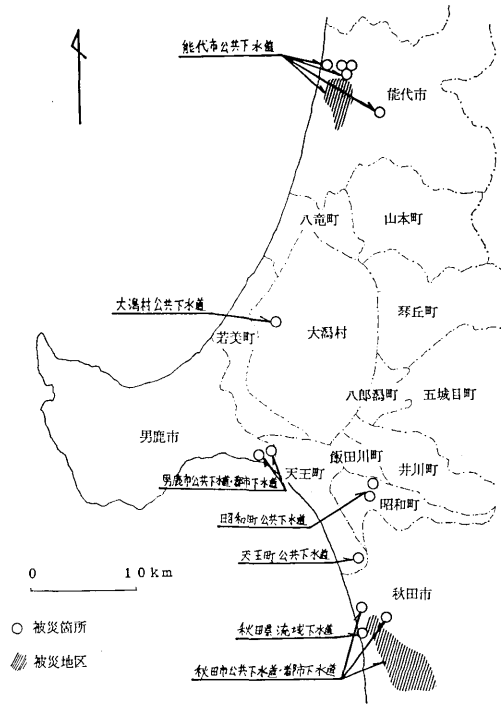


図14. 秋田県内の下水道施設の被害（秋田県土木部公園下水道課による。表18と関連）

表18. 秋田県下の下水道施設の被害状況（秋田県土木部公園下水道課による。図14と関連）

施設	被害数	被害金額
秋田市公共下水道, 都市下水道	60箇所	567,100千円
秋田県流域下水道	1	2,600
天王町公共下水道	1	6,000
昭和町公共下水道	2	2,950
男鹿市公共下水道, 都市下水道	2	35,800
大潟村公共下水道	1	12,000
能代市公共下水道	90	1,049,260
計（6市町村）	157	1,675,710

（注：被害金額は、6月9日時点で集計した概算金額である）

表19. 青森県内の下水道施設の被害状況（青森県消防防災課による）

市 町 村	被 害 数	被 害 金 額
青 森 市	3箇所	15,000千円
藤 崎 町	1	2,000
田 舎 館 村	1	1,200
計（3市町村）	5	18,200

表20. 青森県内のゴミ処理施設及びし尿処理施設の被害状況（青森県消防防災課による）

市 町 村	ゴミ処理施設		し尿処理施設		合 計	
	被 害 数	被 害 額	被 害 数	被 害 額	被 害 数	被 害 額
青 森 市	1箇所	370千円	2箇所	7,000千円	3箇所	7,370千円
弘 前 市	3	8,345	1	800	4	9,145
八 戸 市	1	2,144			1	2,144
五 所 川 原 市	1	35,872	1	8,458	2	44,330
蟹 田 町	1	300			1	300
鯨ヶ沢町	1	1,108			1	1,108
深 浦 町	1	400			1	400
大 鰯 町			1	200	1	200
田 舎 館 村	1	1,990			1	1,990
板 柳 町	1	1,822			1	1,822
六 戸 町	1	100			1	100
大 畑 町	1	460			1	460
合 計 (12市町村)	13	52,911	5	16,458	18	69,369

秋田県でも青森県でも、被害は軟弱な沖積層の厚く積った地域で大きくでている。

8. 電 力

地震に伴う供給支障は、青森支店によると、地震直後は青森では7,500kwだったが26日の13時半までに復旧した。青森県内の停電戸数の推移を図15に示す。停電範囲状況図を図16に示す。秋田支店によると、秋田で16万5,000kwの供給支障がおこり、地震直後には17,400戸が停電した。

電力施設については、秋田火力発電所で原油タンクの火災が発生したが、すぐに消火された。東北電力によると、他の発電所・変電所では、電線が引きはがれたり、継電器が振

表21. 電力施設の被害金額（東北電力による）（単位：百万円）

	秋田支店内	青森支店内	合計
水 力 設 備	4	9	13
火 力	404	0	404
送 電	3	0	3
変 電	2	2	4
配 電	25	24	49
その他（建物等）	3	1	6
合 計	443	36	479

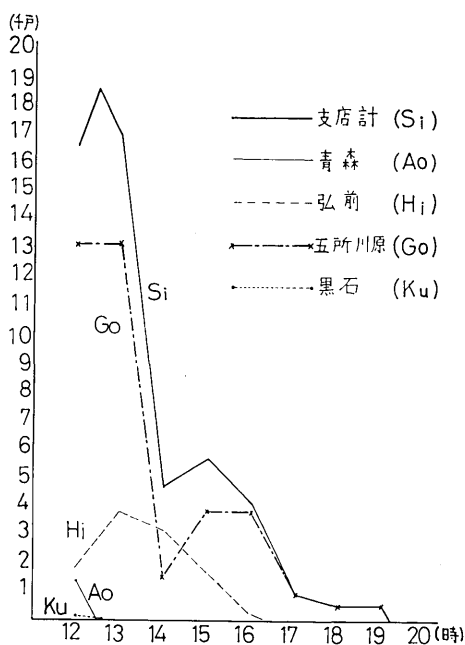


図15. 青森県内の停電戸数の推移（東北電力青森支店による）

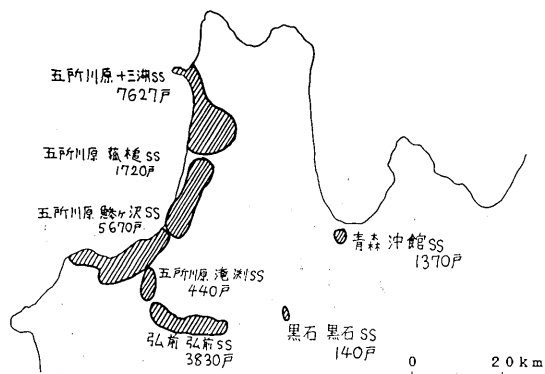


図16. 青森県内の停電範囲状況（東北電力青森支店による．图中的表示は営業区と変電所を示し SS は Substation（変電所）の略）

動により動作して停止したが、当日中に点検され復旧した。東北電力の被害を表21に示す。

発電設備では、青森管区の3水力発電所の滝淵・大池第2・松神発電所の排水ピット内油検出検電器継続器が振動により動作し停止した。発電支障は合わせて15,000kwで、設備被害としては、軽微な機器基礎の傾斜が1箇所、運転に支障はなかった。停止箇所は、5月26日19時1分までに全て復旧した。取水口などには大きな被害はなかった。専用道路や巡視路で土砂くずれ及び落石により通行困難となった所がでた。秋田管区では、秋田火力発電所で2号機が手動停止された。10番原油タンク(35,000kl)より火災が発生したが、すぐに消火された。水力発電所は4箇所停止した。また、水路の亀裂が1箇所でおこった。

送電設備では、青森県で33kvの滝淵線がトリップし、5回線で鉄塔・鉄柱の傾斜等が発見された。秋田県でも、16箇所において鉄塔周辺で地盤沈下等がおこり、56箇所、線路の被害がでた。

変電設備では、青森県では、3変電所の変圧器3バンクの変電用圧力継電器が振動により動作し停止した。設備被害は、軽微な機器基礎の傾斜(1箇所)、支持ガイシの破損等で運転に支障はない。秋田県でも、1変電所構内で地盤沈下がおこった。

さらに、配電設備の被害状況を表22に示す。また、写真10は、電柱が津波によって折れた状態である。

表22. 配電設備の被害状況(東北電力秋田・青森支店による)

被害内容		被害数	
		秋田管区	青森管区
支持物	電柱 折損・沈下	310基	78基
	電柱 傾斜	1,250ヶ	876ヶ
電線断混線		660スパン	633スパン
引込線	フック抜け	4,920件	1,898件
変圧器損傷傾斜		990台	389台



写真10. 津波により折れた電柱

9. ガ ス

ガス施設については、秋田県西北部，特に能代市や男鹿市で大きな被害がでた。能代市ガス水道局によると，能代市のガス施設の被害は860箇所，1億4,387万円である。

能代市におけるガス施設の供給ブロックを図17に示す。市街地全体にガスの被害が広がっている。各ブロックにおける低圧ガス導管の被害状況を表23に示す。導管等の被害は、 $\phi 50$ mm 管と $\phi 100$ mm 管が中心であり、373箇所て被害をうけた。 $\phi 50$ mm 管の切損が最も多く、次に $\phi 100$ mm 管のゆるみ、 $\phi 40$ mm 管の切損が多い。他に腐食箇所の抜け出しもおこっている。

ガス供給管の被害は、207箇所でおこっており、切損が大多数を占めている。前に掲げた図10に能代市のガスの復旧状況を示す。50%回復したのが6月5日であり、100%回復したのが6月25日と地震後1ヶ月を要している。需要家には、6月3日から25日までの間に、3,223回巡回している。

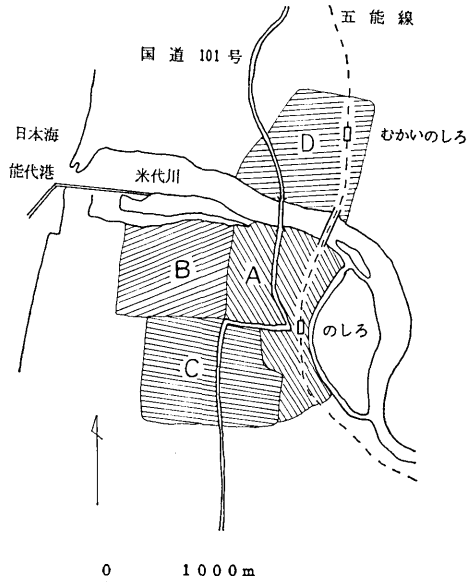


図17. 能代市のガス施設の供給ブロック (能代市ガス水道局による。表23と関連)

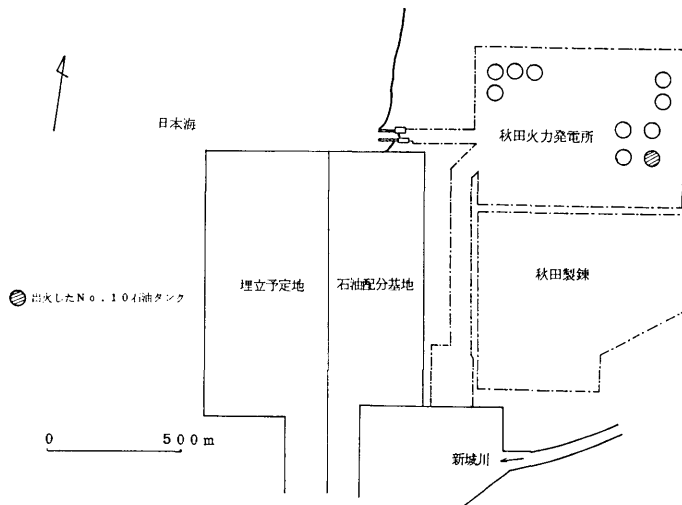


図18. 秋田火力発電所の構内図 (東北電力秋田火力発電所による)

表23. 能代市の低圧ガス導管等の被害状況 (昭和58年6月現在 能代ガス水道局による、図17と関連)

原因 口径mm	Aブロック		Bブロック		Cブロック		Dブロック		計													
	切 危 損 裂 し み 腐 食 其 他	計	切 危 損 裂 し み 腐 食 其 他	計	切 危 損 裂 し み 腐 食 其 他	計	切 危 損 裂 し み 腐 食 其 他	計	切 危 損 裂 し み 腐 食 其 他	計												
φ250																						
φ200																						
φ150			4	25	1	1			5	25												
φ100	1	2	3	1	1	44	46	6	12	40	3	61	1	1	8	15	84	4	111			
φ80	1	1	1	1	2		3								1	3			4			
φ50	1	2	3	60	8	5	1	5	39	26	4	1	70			100	36	9	2	5	152	
φ40				17	1	1	8	27	42	4	1	47			59	5	1	9	74			
φ32				1			1	1	1			1			2				2			
計	2	5		80	15	75	2	13	185	88	39	48	1	4	180	1	170	59	123	3	18	373
供給管	4	1	2	7	86	4	3	93	74	2	3	24	103	1	2	3	165	6	3	3	30	207
計	4	1	2	7	86	4	3	93	74	2	3	24	103	1	2	3	165	6	3	3	30	207

10. 石油タンク

石油タンクの被害は、東北電力・秋田火力発電所の燃料タンクの出火と、新潟・昭和石油のタンクのスロッシング現象による原油等の飛散が主なものである。

秋田火力発電所では、10番燃料タンク(35,000kl)より火災が発生した。今回の地震における唯一の出火である。東北電力秋田火力発電所によると、10番燃料タンクは直径50m、高さ20m、油種は原油、地震時の油面は17.5mであった。

秋田火力発電所の構内図と、出火をおこしたタンクの位置を図18に示す。写真11に火災をおこしたNo.10燃料タンクを示す。

新潟の昭和石油・新潟製油所による石油タンクの被害状況を表24に示す。図19は、昭和石油・新潟製油所の平面図である。

被害は4つの重油タンクでおこり、すべてスロッシング現象による原油の飛散をおこしている。また2つのタンク

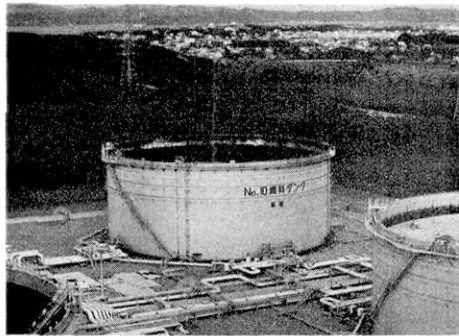


写真11. 火災をおこした No. 10 燃料タンク

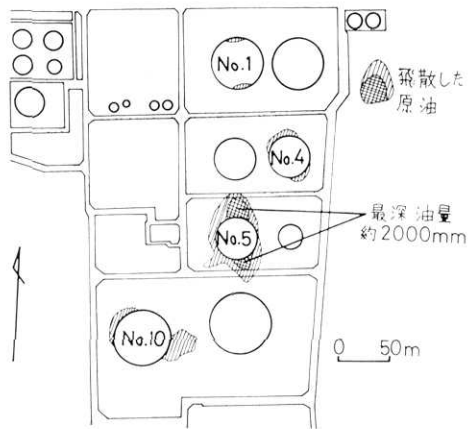


図19. 昭和石油(株)新潟製油所の平面図(昭和石油(株)による、飛散した原油のうち斜線で示した部分は浅く、メッシュの部分は深くたまったことを示す。表24と関連)

表24. 石油タンクの被害状況(昭和石油(株)新潟製油所による。図19と関連)

タンクの名称	油種及び最大貯蔵量高さ	地震発生時前の在庫量及び液深	漏洩量	被害の状況
1	原油 45,000 kl 18,290 mm	42,400 kl 13,893 mm	少量	スロッシング現象による原油の飛散
4	原油 30,000 kl 16,455 mm	26,400 kl 12,548 mm	2.0 kl	スロッシング現象による原油の飛散、ハンゴ投損
5	原油 30,000 kl 16,455 mm	27,700 kl 13,200 mm	59.3 kl	スロッシング現象による原油の飛散、ハンゴ折損、ゲージボール屈折(油量検尺用ステップが折れ曲がる)
10	原油 100,000 kl 23,700 mm	96,700 kl 19,980 mm	4.4 kl	スロッシング現象による原油の飛散

クでハンゴが折れることもあった。原油は No. 1, 4, 5 のタンクでは N-S 方向に飛散しているが, No. 10 のタンクでは NW-SE 方向に飛散している。震源はほぼ N 方向にある。

11. 液 状 化

今回の地震では、人的損害としては、津波によるものが大きかったが、土木構造物の被害では、液状化によるものがめだった。液状化については、他の被害報告書においても詳しく扱われている（東北工業大学土木工学科，1983；中央開発株式会社，1983）。

液状化の被害は、秋田港の岸壁、秋田県大潟村・天王町・若美町・能代市、青森県の車力村・鱒ヶ沢町等の広い範囲で、道路の陥没、堤防の沈下、鉄道の地盤沈下、田畑での噴砂・噴水・地割れ、家屋の傾斜・倒壊・沈下、へい・門柱の傾斜・倒壊、アースフィエルダ



写真12. 噴砂のあと



写真13. 河戸川地区のガソリンスタンドの被害



写真14. 木造町のアースフィエルダムの被害

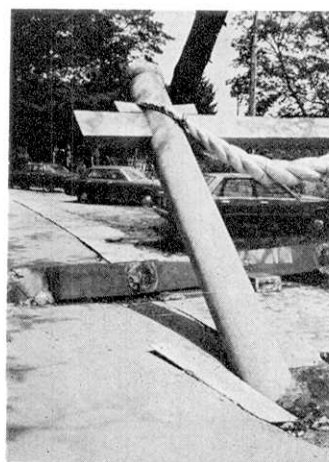


写真15. 河戸川地区の倒れた鳥居



写真16. 若美町の傾いた家屋



写真17. 液状化により倒れたブロックべい

ムのひび割れがおこった。

写真12は噴砂の跡であり、写真13に能代市・河戸川地区のガソリンスタンドで、タンクが浮きあがった被害を示す。写真14に木造町の小さなアースフィルダムにひびが入った被害を示す。写真15は、神社の鳥居が倒れた所で、写真16に、若美町本内で、家屋がずれて傾いた被害を示す。

今回の地震により各地でへいが倒れたが、その中には、軟弱地盤が液状化した事が原因と思われる、基礎ごと倒れたものが多い。噴砂を伴う所も多い。液状化によらない例としては、秋田市内で大谷石のへいがくずれたところもあったが、墓石のずれは少なかった。写真17に、ブロックべいが液状化により倒れた状態を示す。

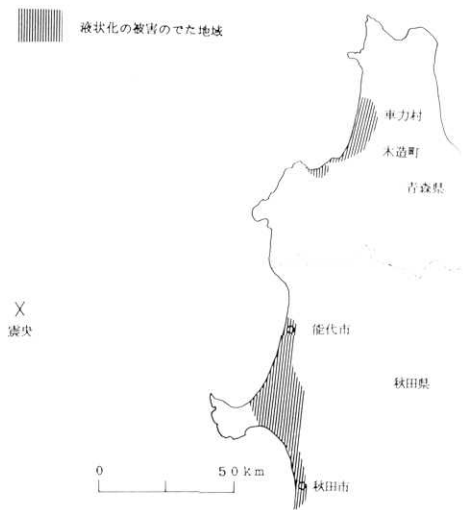


図20. 液状化の被害のた地域

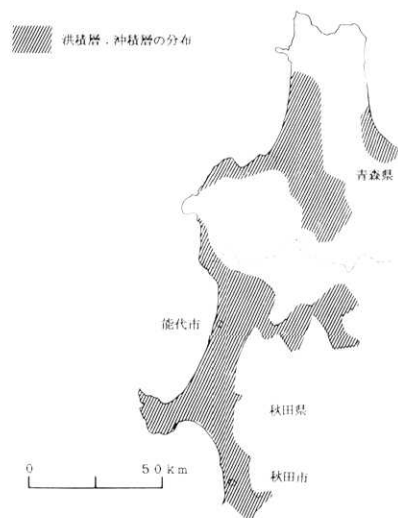


図21. 洪積層・沖積層の分布

図20に今回の地震で液状化による被害のでた地域を示し、図21に洪積層・沖積層の分布を示す。液状化は軟弱地盤、つまり沖積層の厚い地区で起こりやすい。今回の地震でも、図20と図21がよく一致している。海岸沿いの軟弱地盤の地域で被害が大きくであり、それは今回の地震で被害が最も多くでた地域である。液状化は、砂の有効応力が、外力の振動により著しく低下するためにおこる。噴砂・噴水を伴うことが多く、被害地には、多くの噴き出た砂のクレーターが残される。

次に、大潟村の被害について示す。大潟村は、昭和33年から38年の間に八郎潟に干拓堤防を築くことによりつくられた、日本有数の干拓地である。完成後20年間に、男鹿半島沖地震などによって、何度か液状化による大被害を受けており、軟弱地盤の弱さを示している。

今回の地震でも、至る所液状化による被害が出た。大潟村による被害の状況並びに被害金額を表25に示す。被害総額は、約300億円にものぼっている。堤防・道路・排水ポンプ場・農地・水道・ガスと多種の被害が出ている。

図22に堤防・道路・橋梁の被害の状況を示す。

堤防の被害は甚大で、堤防総延長52kmのうちの80%が被害にあい、亀裂・沈下・陥没をおこした。無事だったのは、西側の堤防の一部だけである。浜口機場付近では2mも陥没をおこしている。堤防だけで、被害総額の60%以上にあたる200億円の被害が出た。写真18は、八郎潟の堤防の沈下を示す。写真19では、堤防はほとんど平らになってしまっている。

道路の被害は18億円にも及ぶ。県道男鹿一八竜線は、至る所亀裂が入り、大潟村同様被害の大きかった若美町と五明光を結ぶ線の五明光橋付近では、大きな亀裂・陥没が発生した。県道は総延長39.0km間で、橋梁の取付部4箇所陥没を起こした。村道・農道で

表25. 大潟村の被害状況 (昭和58年6月30日現在 大潟村による)

災害施設	被害金額	被害概況
堤防	20,000,000千円	亀裂・沈下・陥没 (堤防総延長 52 km の80%に被害)
道路	1,800,000	
内 県道	1,600,000	橋梁4箇所取付部陥没・亀裂・陥没 (県道総延長 39.0 km)
訳 村道	200,000	亀裂・陥没 (村道総延長 242.0 km)
農業施設	8,453,000	用水取水施設・用水路・排水路・農道・排水機・防潮水門
農業共同利用施設	29,000	カントリー・家畜保護施設・育苗施設
農地	200,000	169 ha (125箇所)
農作物	220,600	水稲 470 ha
農舎	22,000	44 棟
公共施設	70,000	上下水道・学校・公民館・福祉センター等
合計	30,794,600	

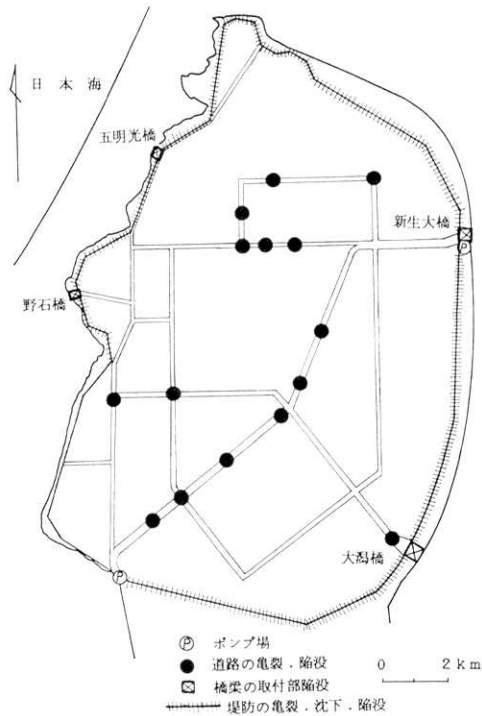


図22. 大島村の堤防・道路・橋梁の被害状況（大島村による）



写真18. 八郎潟の堤防の沈下



写真19. 平らになった堤防

も、各地で亀裂・陥没を起こし、被害は大島村全域にわたっている。橋梁では、橋梁自体の被害はなく、取付部の陥没が4箇所であった。

図23に、農地（水田）の被害の状況を示す。液状化による噴砂・陥没により、水田として使いものにならなくなる被害がでた。また、用水・排水施設、用水路・排水路、排水

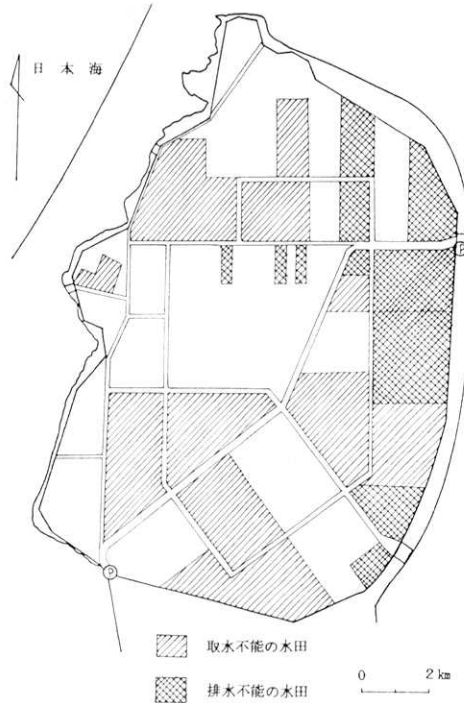


図23. 大潟村の農地（水田）の被害状況（大潟村による）

機，防潮水門も被害を受け，施設の被害は，約84億円にものぼっている．用水路は，変形して水が流れなくなる所もあり，取水管の折れた所もでた．北部排水機場では，変電所設置箇所が陥没して使用不能となった．排水管が浮き上がり排水不能になった所もある．これらの被害により，全村の半分以上の水田で取水不能もしくは排水不能となり，被害箇所は125箇所 169 haにも及んだ．

写真20は，まわりの堤防が沈下して浮き出ってしまった水門であり，写真21は，排水管が折れてしまった状態を示す．奥の白い2本が折れた管であり，手前の黒い管は応急処置

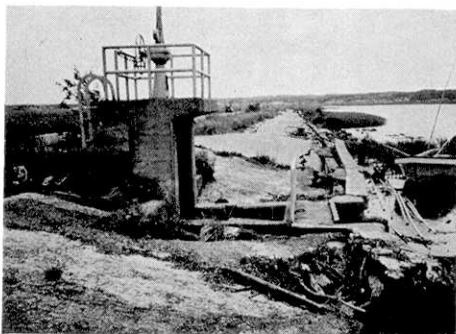


写真20. 浮き上がった水門

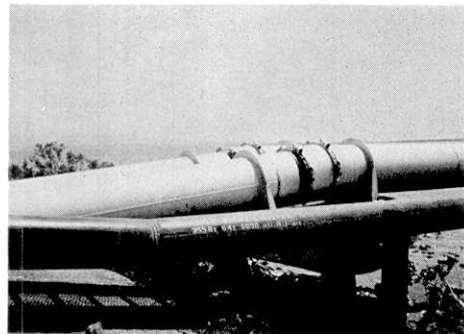


写真21. 折れた排水管と応急の排水管

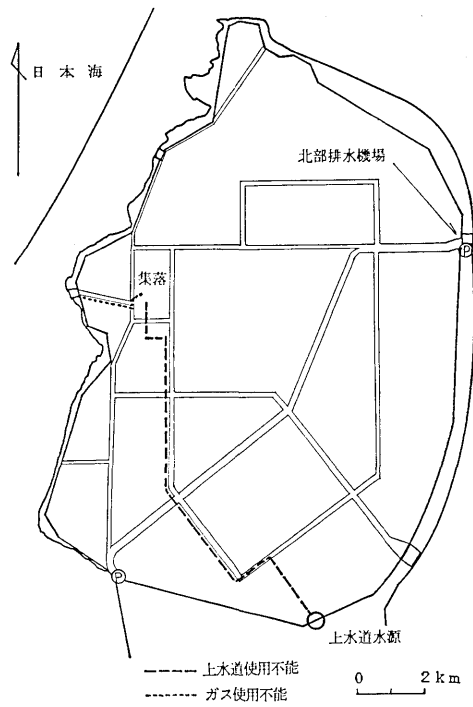


図24. 大潟村の上水道とガスの配置 (大潟村による)

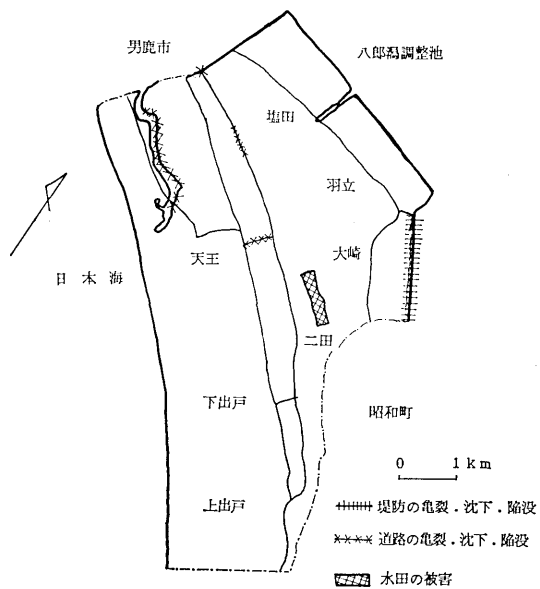


図25. 天王町の液状化による被害状況 (天王町による)

としてつくられたものである。図24に、上水道とガスの配置を示す。上水道もガスも使用不能になった。

次に、天王町の被害について図25に示す。天王町は、男鹿半島の付け根にあり、近隣の大潟村・若美町とともに被害が大きかった。天王町でも、大潟村同様、堤防の亀裂・沈下・陥沈を起し、道路も一部で亀裂・沈下・陥没を起した。水田も砂による被害が起こった。

能代市では、液状化により多くの家屋が被害を受けた。図26に、能代市において家屋被害のあった地域並びに津波浸水のあった地域を示す。能代市南部の河戸川地区が最も被害を受けた。

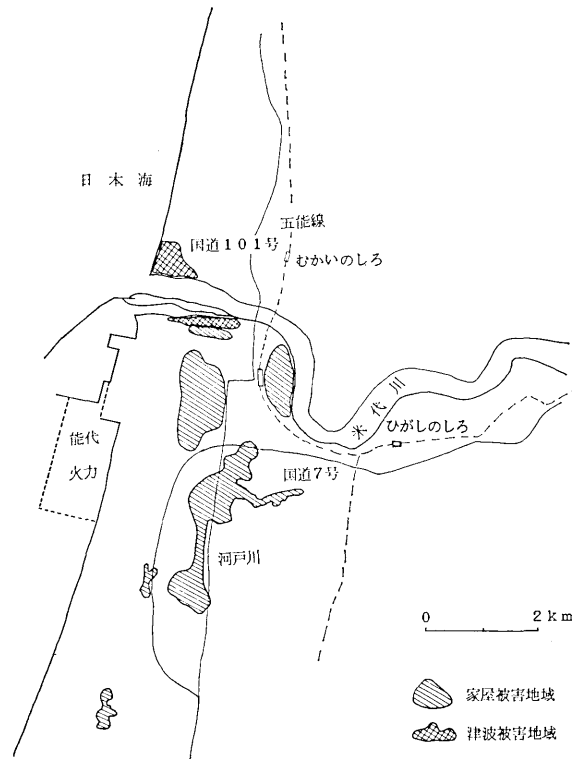


図26. 能代市の家屋被害地域及び津波浸水のあった地域（能代市による）

12. 津 波

a) 被害の概況

今回の地震により発生した津波は、100余名にのぼる死者・行方不明を出し、北海道から島根県に至る沿岸地域に被害が及んだ。人的被害の分布を、図27に示すが、内訳で特徴的なことは、i) 能代市・秋田火力工事現場における工事作業員(34名)、ii) 遠足・観光で男鹿半島・加茂を訪れていた人(23名)のほか iii) 釣り人が多いことである。また、

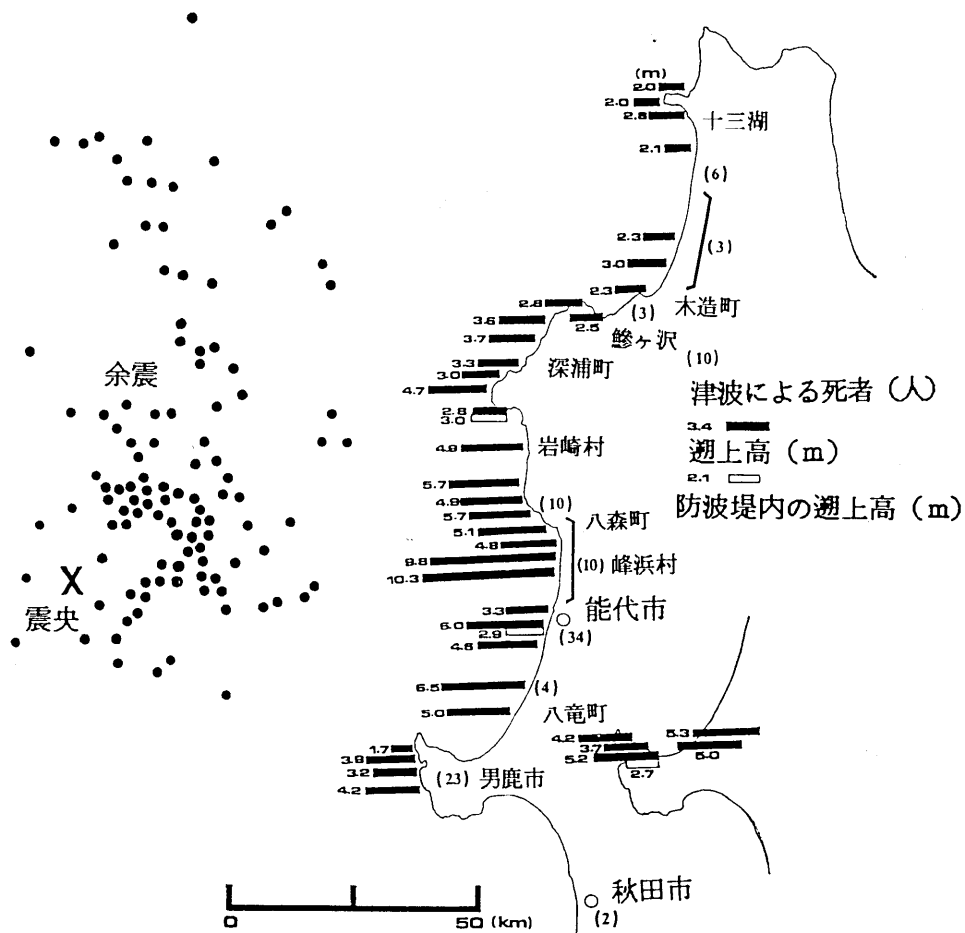


図27. 津波の最大遡上高の分布と人的被害の分布 (なお、男鹿半島のところは表示しきれないので、2つに分けた)

被害を受けた港湾施設、一般家屋などから、津波の破壊力の大きさが推定される。

写真22は、能代市の能代火力発電所用地のケーソン現場である。津波によりケーソンが流され傾いている。手前のケーソンは無事だったのだが、その向こうのケーソンはずれて傾いてしまった。次のケーソンは上端だけが見えている。海をはさんで向う側のケーソンも同様である。この間に直線的に並んでいたいくつかのケーソンは、海面下に没してしまった。

写真23は、秋田県八森町岩館付近の防波堤である。防波堤の上半分にあたる幅 55 cm、高さ 100 cm、約 7 m の部分が、11個も折れて、幅 18 m 内陸側に運ばれてしまった。写真により、無事に残った部分の断面がわかる。人の立っている所より遠くに残りがいが見える。また、防波堤が転倒して転がった跡が残っていた。

写真24は、能代市浜浅内の東大ロケット実験場の施設が津波により被害を受けた様子で

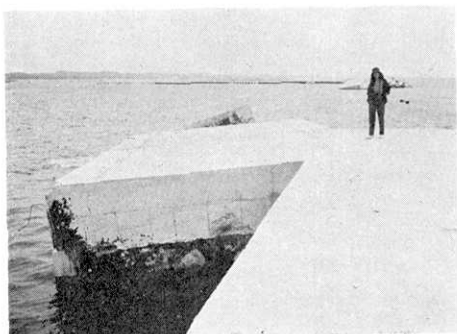


写真22. 能代火力発電所用地のケーソン現場



写真23. 秋田県八森町岩館の転倒した防波堤

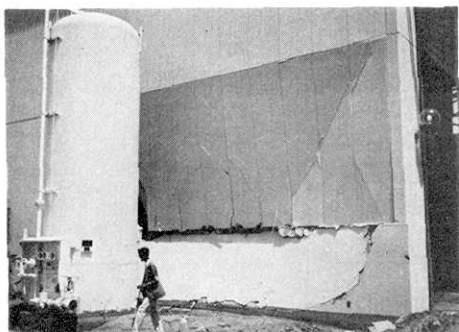


写真24. 東大ロケット実験場

ある。波圧により、モルタルボードの壁がへこみ、裏の鉄骨が曲がっていた。

b) 津波の遡上高

秋田県から青森県に至る、日本海沿岸での津波の遡上高の分布を図27に示す。調査は、5月27日～31日および6月4日～8日にかけてハンドレベルを用いて行ったが、測定の精度がよくないので、潮位の補正等を行っていない。遡上高で最大

となったのは、峰浜村・能代カントリークラブ裏手の丘陵で、海面上10.3mの痕跡を確認した。

遡上高の分布から言える事は、男鹿半島付け根から深浦町鱸作崎までは遡上高が大きく、峰浜村から八森町付近でピークをなしていることである。

調査結果や地元の人の証言をまとめると、次のようなことが言える。

i) 男鹿半島門前から深浦町入道崎では、3～4mの遡上高であるが、海岸が観光名所となっているため、多くの人的被害を出した。尚、男鹿半島戸賀湾では湾口の男鹿水族館付近で3.9mであるのに対し、湾奥の戸賀港付近では1.7mと小さくなっている。

ii) 入道崎から八竜町釜ヶ谷付近では、4～5mの遡上高となっており、沿岸部の構造物に被害がでた。入道崎方面から津波が来たという証言があった。

iv) 八竜町釜ヶ谷から、八森町滝の間付近は、遡上高が極めて大きかった地域であり、5, 6m～10m以上となっており、被害も甚大であった。平坦な海岸線であるにも拘わらず、大きな増巾作用を受けた点については後で考察する。この付近では、津波が白波をたて、段波状になって来襲したという証言が得られている。また、八森町沖合で、北西方向から来た波と南東方向から来た波がぶつかって来襲したという証言もある。

v) 八森町滝の間から深浦町鱸作（へなし）崎では、4m～6mの遡上高を記録しており、海岸付近の構造物に被害がでている。

vi) 艦作崎から津軽半島日本海側においては、遡上高は 2~4 m と小さく被害も軽微である。

c) 数値計算

平坦な海岸線であるにもかかわらず、非常に高い遡上高を記録したことについて、簡単な数値計算をもとに考察してみる。計算モデルは、図 26 内に点線で囲んだ領域を対象とし、沿岸部を除き 2×2 (km) 間隔に分割する。沿岸部については、これと同程度の大きさの三角形及び不等辺四角形に分割することにより沿岸形状を近似する。長波方程式 $\frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} = c^2 \nabla^2 \eta$ ($c = \sqrt{gh}$: 波速, η : 波高, t : 時間, g : 重力加速度, h : 水深) を領域内で有限要素法を用いて解いていく。境界 \overline{BC} より波動を励起し、境界 \overline{AB} , \overline{BC} , \overline{CD} では、内部領域より生ずる反射波・散乱波を、Cundall (CUNDALL, et al., 1978) の境界処理手法を用いて消波している。Cundall の方法は、Neumann 条件と Dirichlet 条件を重ね合わせて解くという Smith の方法 (SMITH, 1973) を改良したもので、時間領域での解法として簡単に適用できるものである。有限要素法の計算の安定のために、1,000 m 以深の部分は 1,000 m, 100 m 以浅の部分は 100 m の水深にした。それでも、大陸棚斜面 (約 200 m ~ 1,000 m) の影響は評価できると考える。陸地との境界 \overline{AD} では、Neumann 条件 $\frac{\partial \eta}{\partial n} = 0$ (n : 法線方向) を満たすものとする。

モデル化した領域で特徴的なことは、図中の細い点線で示すように、大陸棚斜面及び大陸棚の形状が複雑であり、艦作崎や入道崎では、1,000 m の水深線が陸地に近いのに対し、能代付近では非常に遠浅となっていることである。図 26 には、境界 \overline{BC} に対し 25° の角度

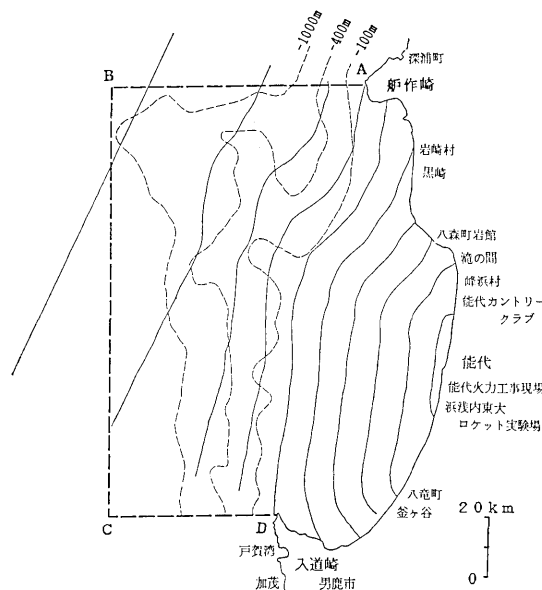
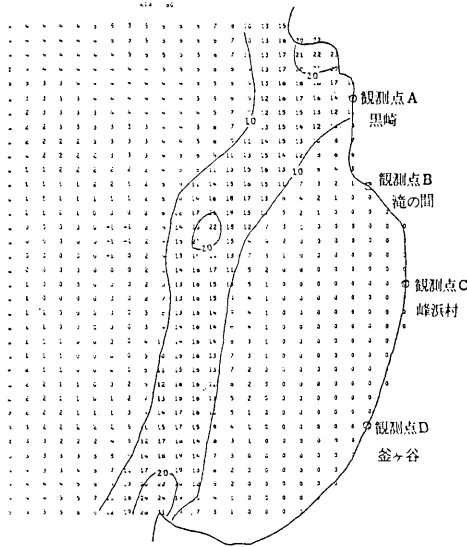
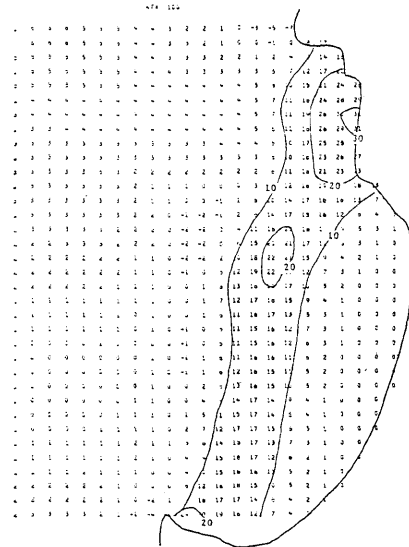


図28. 2分間隔に描いた等位相線の分布

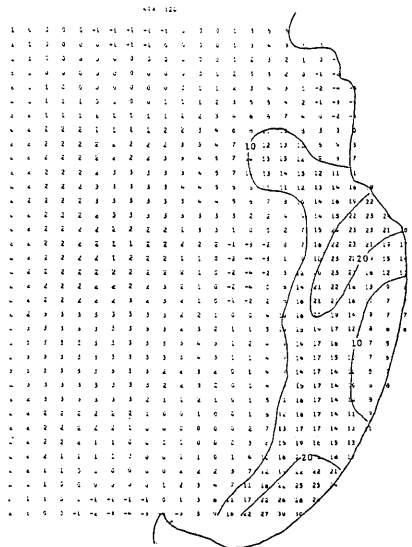
a) $t = 80 \Delta t$



b) $t = 100 \Delta t$



c) $t = 120 \Delta t$



d) $t = 140 \Delta t$

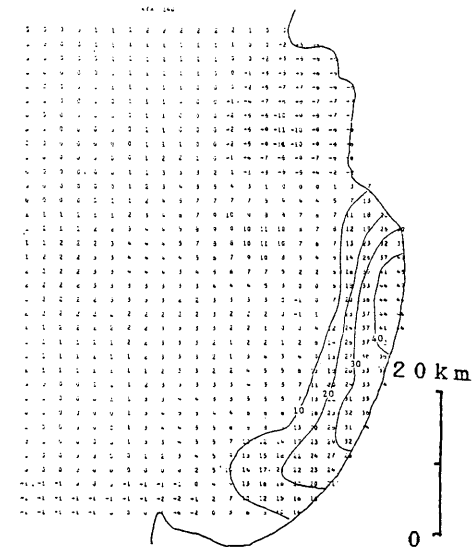


図29. 計算による等潮位線の変化

で波を入射した場合の、等位相図を示している。等位相図では、振幅の計算とは別に、波面のフロントの様子を見るために作成された。1,000 m 以深の領域では、波面の曲率を無視し、等位相線を直線で近似している。100 m 以浅を水深一定としたことによる誤差はであるが、本計算例では、これに該当する地域の地形が単純なので、その影響は比較的小さいと思われる。等位相線は2分間隔であり、大陸棚斜面及び海岸線の影響により、波動が八竜町釜ヶ谷から八森町付近に集中していく様子がわかる。

次に、津波の卓越周期 T を深浦での記録より10分、波形を単純に $f(x) = \frac{1}{2} \left(1 - \cos \left(\frac{2\pi}{cT} x \right) \right)$ と仮定し、境界 \overline{BC} に対して 25° の角度で波を入力した場合について計算を行ってみる。図27は、 $t=80\Delta t$, $100\Delta t$, $120\Delta t$, $140\Delta t$ ($\Delta t=0.2$ 分)における、入力した最大振幅を10とした場合の等振幅図である。入力の仕方に問題はあるが、津波の最大波を近似的に表わしていると考えられる。 $t=80\Delta t$ と $100\Delta t$ では、陸地で反射した高まりと、大陸棚斜面により増幅された高まりとが見られる。さらに、 $t=120\Delta t$ では、陸地に沿って移動する高まりと沖合いのものが一緒になり、峰浜村から八森町に向かって移動している。また、男鹿半島から八竜町付近では、波高を少しずつ増し、能代へ向かって高まりが移動している。 $t=140\Delta t$ では、能代から八森町にかけていっせいにピークに達し、特に峰浜村付近で最も高くなり、入力の4.7倍になっている。1次元的に考えると、グリーンの定理により $2 \times (1,000/100)^{1/4} = 3.5$ 倍程度となるが、波動の集中により更に高くなった訳である。さて、以上空間的分布をみてきたが、図29中に示す各観測点での波形を図30に示す。観測点Aは岩崎村黒崎付近、Bは八森町滝の間付近、Cは峰浜村付近、Dは八竜町釜ヶ谷付近に相当する。観測点A及びBでは、図28でもみたように、波が陸地に沿って移動す

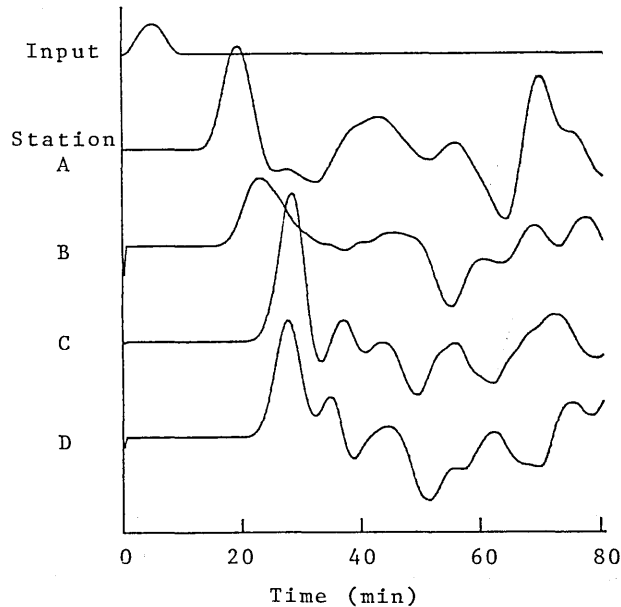


図30. 観測点における計算された潮位の変化

るために、長周期成分が多い波形となっている。一方、観測点 C 及び D では、波形は短周期成分が多いものとなっている。観測点 A と D を比べると、最大振幅では同じ位であるが、波動エネルギーを比べると D の方が大きくなる。

次に、沿岸各地での最大波高と遡上高を比べると、図31のようになる。遡上高は、沿岸付近や陸地の影響を強く受まるので、簡単なモデル計算の結果と比較することには問題が残る。しかし、波動エネルギーの集中という観点から眺めれば、ある程度の相関性が期待できるが、遡上高分布と最大振幅分布は、全体の傾向として似たものとなっている。

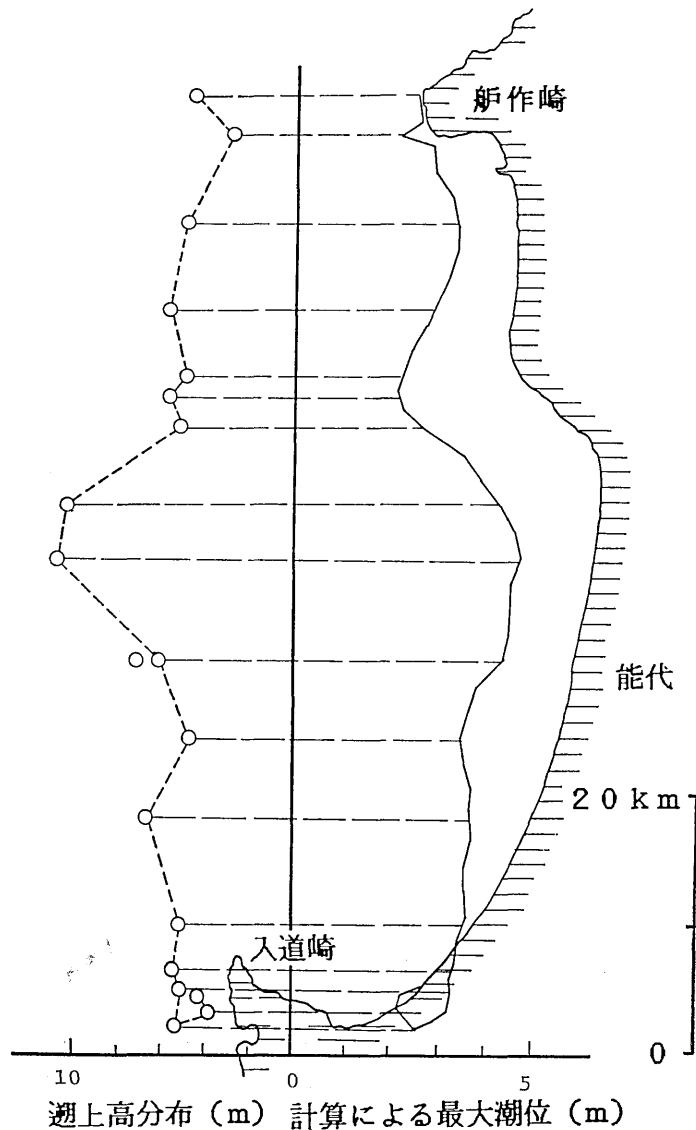


図31. 実測遡上高と計算最大潮位の分布比較図

以上の結果より、八森町から峰浜村で特に遡上高が大きくなった理由として、大陸棚斜面により波向を変え増幅された津波が海岸線の影響を受け、八森町沖合でいろいろな経路の波が重なり合い、峰浜村から八森町に到達したと考えられる。また、八竜町釜ヶ谷から八森町にかけては、震源域で励起された短周期の成分が増幅されて直撃したと考えられ、津波のエネルギーは非常に大きく、海岸施設に大被害を与えたものと考えられる。

13. 通 信 設 備

電電会社の発表によると、電気通信設備の被害に関して、加入電話の被害状況は表26のようであり、線路・土木設備の被害状況は表27のようである。市外伝送路の被害は、五所川原と鱒ヶ沢の間で1箇所発生したが、實際上支障はなく、26日16時40分には回復した。

ユーザ側のデータ端末では、販売在庫管理 1, 社内システム 2, 東北信金 1, 生コン 1 がいずれも転倒により故障し、また、20店舗20端末では、ユーザ側の停電により使用不能となったが、26日の15時までにはすべて回復した。

表26. 加入電話の被害状況（電々公社による）

通信局	通信部	故障数(台)	加入数(千台)	回復状況
東北	宮城	125	693	家屋倒壊等で修理困難なものを除き、5/28夜までに回復
	福島	136	620	
	岩手	72	433	
	青森	543	479	
	山形	79	373	
	秋田	1240	388	
	小計	2195	2985	
北海道	函館	168	206	5/27 16時全回復
合計		2363	3191	——

表27. 線路・土木設備の被害状況（電々公社による）

通信局	電柱(本)	市内ケーブル(km)			管路(箇所)	マンホール(個)	電話機(個)	
		架線	管路	直理				
東北	青森	5	1.4	—	1.0	24	3	252
	秋田	625	9.8	0.5	0.3	89	18	901
	小計	631	11.2	0.5	1.3	113	21	1153
北海道	4	1.0	—	—	1	—	—	—
計	635	12.2	0.5	1.3	114	21	1153	

東北通信局の青森・秋田通信部などで、計26の停電局所ができたが、25局所では蓄電池で給電し、他の1局所では移動電源車で給電したので、サービス上支障はなかった。そして、26日の20時20分までですべて回復した。東北通信局管内の14局で、機械室等の内壁に亀裂が発生したが、通信設備への影響はなかった。

通信の接続状況については、全国から見舞いや問い合わせの通話が殺到したことにより、26日から27日夜半まで、秋田県・青森県・北海道の一部（函館地方）で相互間並びに全国から同地方当てへの通話が輻湊し、断続的に電話がかかりにくくなった。5月28日以降は、被災地の一部（能代・男鹿・鯉ヶ沢）に対しての通話が、午前や夜間に短時間輻湊しかかりにくくなったが、その他は平常どおりのサービスが行なわれた。

14. 総 括

今回の地震による被害の特徴として、以下に述べるような項目が挙げられる。

1) 死者・行方不明者のほとんどは津波によるものであり、地震そのものによる人身被害は2名にすぎなかった。

2) 津波は地震発生後少なくとも数分の余裕が期待できるので、警報システムを充分整備すれば、将来は津波による死者をなくすことも可能であろう。

3) 今回の津波による海岸構造物の被害（消波ブロック、ケーソンの流失、等）から、津波の破壊力はかなり大きかったといえよう。

4) 構造物の被害は、地盤の液状化によるものが主であった。振動による上部構造の破壊が少なかったのは、地震断層から陸地まで50 km～100 km 位離れていたために、加速度が地盤上では300ガル以下とそれほど大きくならなかったためであろう。

5) 八郎潟干拓堤防は、1964年の男鹿半島沖地震の際にも液状化により大被害を受けたが、今回の地震で同じ場所にも液状化による被害が生じた。このことより、液状化が一度起きた所は砂が締まり、二度と液状化が起こらないであろうという推測は成り立たないことがわかった。

6) 地盤の液状化による建物・ブロック塀などの破壊はゆっくりと起こるものらしく、それが原因による死者は勿論の事、負傷者すらいなかった。

7) 従って、市民の一人々々が地盤の液状化による被害をそれ程恐れることはないといえる。よって、施工経費が高くつく液状化対策を各家庭でする必要はないであろう。

8) しかしながら、その構造物の破壊が二次災害につながる構造物、例えばアースフィラダム、石油タンク、地下街等は、地震時に液状化による被害がでないような対策をたてべきである。

9) 電力、水道、ガス、交通といったライフライン機能は、今回の地震でも発生直後にはかなりの障害を起こした。今回の地震における地震動の強さは最大でも震度5程度で決して強くはなかったことから考えて、これらライフライン諸施設の機能は、震度5以上の強い地震の際には殆んど停止することを覚悟する必要があるだろう。

10) 震源から200 km 以上も離れた新潟の石油タンクがスロッシングを起こし、かなりの量の石油のオーバーフローを起こしたことは、長周期表面波の距離減衰の小さいこと

を改めて印象づけた。

11) 今回の地震による被害の特徴をまとめると、比較的遠距離の地震であったので、地震動による構造物破壊は少なく、地盤の液状化による被害や、津波による被害が顕著であった。

謝 辞

この調査に当たり、下記の諸機関より資料の提供など、御協力を賜りました。関係各位には厚く御礼申し上げます。

秋田県庁（消防防災課・道路課・公園下水道課・港湾課）、青森県庁（消防防災課・道路維持課・港湾課）、東北電力秋田支店、東北電力青森支店、能代市ガス水道局、男鹿市ガス水道課、鱒ヶ沢町水道課、深浦町水道課、車力村水道課、建設省東北地方建設局道路管理課、大潟村役場、昭和石油（株）新潟製油所、国鉄本社、日本電信電話公社。

文 献

CUNDALL, P. A., R. R. KUNAR, P. C. CURPENTER and J. MARTI, 1978, Solution of infinite dynamic problems by finite modelling in the time domain, *Proc. 2nd Int. Conf. Appl. Num. Modelling*, Madrid, Spain.

気象庁, 1983, 1983年5月地震火山概況。

SMITH, W. D., 1973, A non-reflecting plane boundary for wave propagation problems, *J. Comp. Phys.*, 15, 492-503.

中央開発株式会社, 1983, 1983年日本海中部地震震害報告書。

東北工業大学土木工学科, 1983, 昭和五十八年日本海中部地震にける地盤および土質構造物の被害調査。
