

1983年5月26日

日本海中部地震による被害状況

速 報

(社内技術資料)



基礎地盤コンサルタンツ株式会社

本 社 (TEL 03-263-3611)
仙 台 支 社 (TEL 0222-91-4191)
秋田事務所 (TEL 0188-64-4770)
青森事務所 (TEL 0177-22-5861)

正 誤 表

頁, 行数	誤	正
2頁		挿入 → 仙台支社 長谷川 章
2頁		挿入 → 仙台支社 船山 満也
2頁	浅田 司	浅田 琇司
5頁, 19行目	推積	堆積
7頁 (凡例)	泥灰地	泥炭地
8頁, 4行目	811億	81億
9頁, 9行目	米代側	米代川
26頁, 10行目	築堤	築堤
27頁 (写真5-1)	雄物川左岸	雄物川右岸
27頁 (写真5-2)	雄物川左岸	雄物川右岸
31頁, 7行目	堀削	掘削
31頁, 11行目	男鹿沖地震	男鹿半島沖地震
49頁, 1行目	北津軽郡	西津軽郡
56頁 (写真8-19)	北津軽郡	西津軽郡
57頁 (写真8-21)	北津軽郡	西津軽郡
58頁, 14行目	堀削	掘削
59頁, 1行目		削除 → 1行目
59頁, 21行目	橋脚が数10cm傾斜	橋脚が約10cm傾斜
66頁 (写真9-20)	橋脚が数10cm傾斜	橋脚が約10cm傾斜
70頁, 22行目	不思議	不思議
71頁, 9行目	滞まり	溜まり
74頁 (番号1)	舟川街道	船川街道
80頁, 17行目	橋本氏	橋田氏

1983年5月26日

日本海中部地震による被害状況

速 報

基礎地盤コンサルタンツ株式会社

目 次

	頁
まえがき	1
1. 地震の概要	3
2. 地形・地質概要	5
3. 港湾	8
4. 道路	14
5. 河川	25
6. 八郎潟干拓堤防	31
7. タンク	43
8. 建築物	47
9. 鉄道	58
10. その他	67
11. 液状化についての考察	70
あとながき	80

別添図面：被災位置図（1／20万）

まえがき

昭和58年5月26日正午、マグニチュード7.7の「日本海中部地震」が発生した。30日現在死者・行方不明者102人、負傷者123人、建物の全壊7671棟、同半壊1393棟、道路の損壊1247箇所、橋梁被害87箇所、鉄道の不通4路線、船舶被害2036隻と発表されている。

今回の地震被害の特徴は津波による犠牲者が多いことである。しかしながら、あまり報道はされていないものの、地盤の液状化等による土木、建築構造物の被害も多く発生した。

当社は地震発生後直ちに、仙台支社とその管轄下にある秋田、青森、山形事務所を総動員し状況の把握に努めると共に、事業本部技術部が中心となって現地調査の準備にかかった。地震発生の翌27日には先発チームが青森から調査を始め、28日には秋田事務所を起点とする技術部、仙台、東京、名古屋の各支社からなる調査団を編成した。調査を行ったルートは次図の通りである。

この報告書はその結果を取りまとめたもので、できるだけ早く、正確な被災状況を記録することに重点をおいたものである。今後の耐震設計、特に地盤耐震の調査・設計に役立てば幸いである。

本調査を行うにあたって、東京大学工学部石原教授、生産技術研究所龍岡助教授、国立公害研究所陶野室長そして住宅・都市整備公団の木賀課長ほかに御指導していただいた。末筆ながらお礼申し上げる次第である。

なお、この調査・報告書のとりまとめは安田、森本、長谷川が中心になって行った。

(酒井記)

調査に携わった技術者

事業本部 : 酒井 運雄
 安田 進
 森本 巖
東京支社 : 鈴木 茂
 梅内 勝彦
 後藤 政昭
名古屋支社 : 佐藤 弘行

仙台支社 : 建守 健
 川村 義文
 長谷川 章
青森事務所 : 遠山 勇
 新野 昇
 伊瀬谷 昇
秋田事務所 : 瀬戸山秀俊
山形事務所 : 浅田 琇司

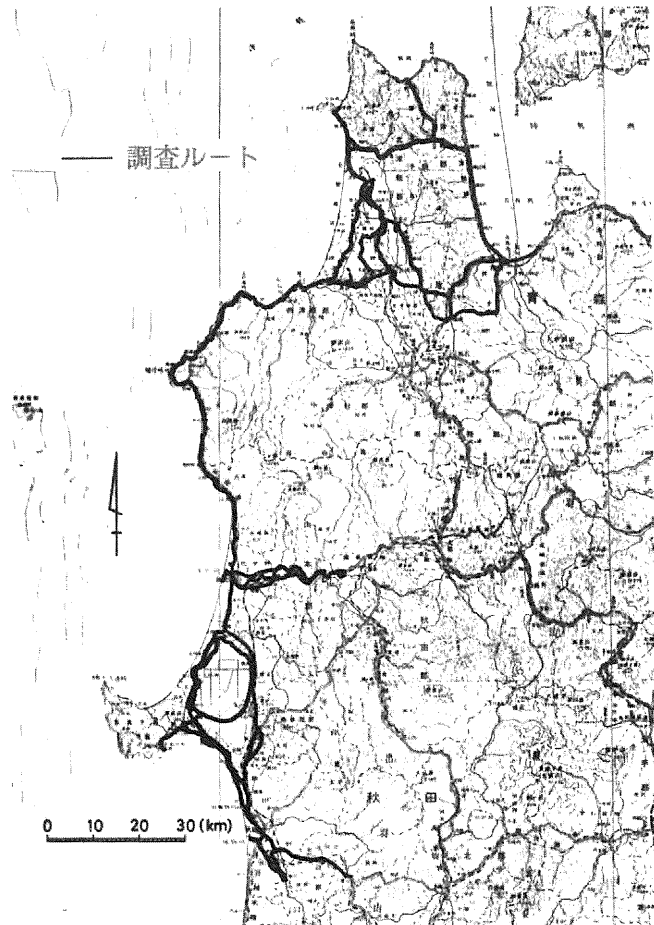


図 調査ルート

1. 地震の概要

昭和58年5月26日12時00分、秋田県能代市の西方沖でM7.7の地震が発生した。この地震は「日本海中部地震」と命名された。気象庁の発表（6月1日現在）によると震源は次の通りである。

震 央：北緯40.4度 東経138.9度

震源の深さ：10km以浅

マグニチュード：7.7

この地震は逆断層である可能性が強いと言われている（6月1日地震予知連絡会の見解）。

この地震による各地の震度は図1-1に示すように秋田、むつ、深浦の震度5を筆頭にその有感範囲は北海道、東北、北陸に及んでいる。

図1-2に示す余震分布を震源域とするとその範囲は男鹿半島沖から津軽半島沖に及んでいることがわかる。また震源域内の本震の位置は中心よりかなり南に偏っている。

一方、この地震の大きな特徴は津波を伴っていたことである。この津波は図1-3に示すように相川の92cmを最大として稚内から浜田に至る日本海沿岸地域で記録されてい

る。この津波は海岸、港湾等の地形によって数mもの高さになり、この為多くの犠牲者を出した。

この地域における地震活動は太平洋岸に比べると低調であり、今回の地震と同じような地域を震源とする地震は1964年に男鹿半島沖（北緯40度20分、東経139度00分、M6.9）であり、その7ヶ月後に同じような地点でM6.3の地震が起っている。その他1939年に男鹿半島を震源

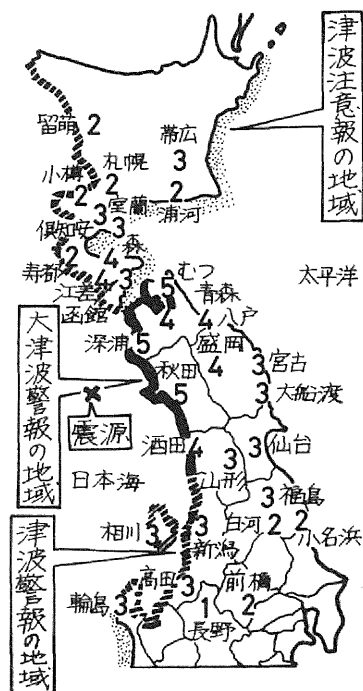


図1-1 各地の震度

とするM7.0の地震（「男鹿地震」）が起っている。これらの地震のマグニチュードはいずれも7.0以下と中程度であり、東北地方の日本海において今回のような大規模な地震の発生は過去に例がない。

耐震設計において重要なファクターである加速度は未だ公表されていないが、幾つかの加速度予測式で推定すると次のようになる。

・「道路橋」の予測式

$$\alpha_{\max} = 18.4 \times 10^{0.302M - 0.800} \times \Delta$$

$\Delta = 100\text{km}$ (震央から能代までの距離)

とすると $\alpha_{\max} = 98 \text{ gal}$ となる。

α_{\max} : 地表面最大加速度 (gal)

M : マグニチュード

Δ : 震央距離 (km)

・港研の予測式 (図)

震源域の端からの距離を50kmとすると基盤で208galとなる。

両式から得られる加速度はあまり差が大きいため生じた加速度の推定が難しいが墓石等の転倒が少ないところをみると沿岸部で100~150gal程度であったのではないかと考えられる。

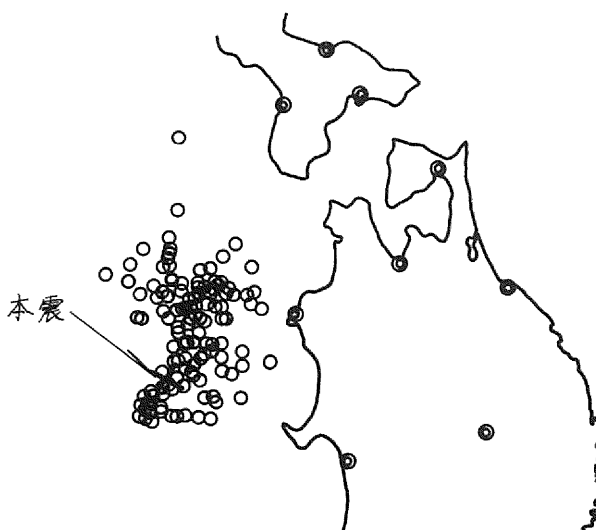


図1-2 本震及び余震分布
(5月27日現在)

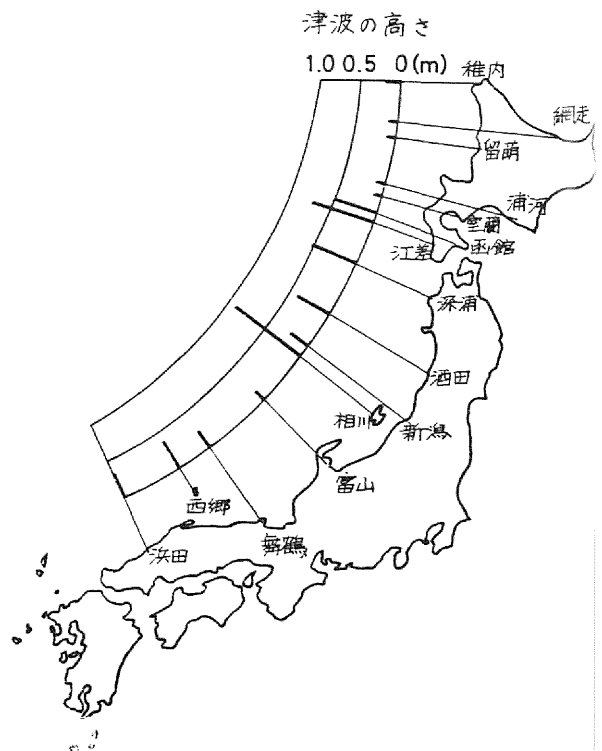


図1-3 地震による各地の津波の高さ

2. 地形・地質概要

秋田県から青森県に至る日本海沿岸地域は、今回の地震により甚大な被害を受けた。本章では、日本海沿岸地域を次の三地域に分けて、地形・地質の概要について述べる。

- (1) 秋田から能代に至る地域
- (2) 能代から深浦を経て鱒ヶ沢に至る地域
- (3) 鱒ヶ沢から十三湖に至る地域

尚、主要交通路である国道7号線、国鉄奥羽本線は、秋田から能代までは沿岸部を、能代から米代川沿いに内陸部を走っている。

(1) 秋田から能代に至る地域

本地域には、日本海沿いに男鹿半島・八郎潟をはさんで秋田平野・能代平野が発達している。

秋田平野は、新第三紀層が分布する奥羽山脈・出羽山地を下刻してきた雄物川・太平川・旭川によって供給された碎屑物から形成された平野で、平野部には自然堤防・旧河道・後背湿地等の微地形が発達している。これらの微地形は南部地域で発達がよく、特に、旧雄物川沿いで顕著である。また海岸に沿う地帯には、砂丘列が発達し、次第に幅を減少させながらも男鹿半島南部にまで連続している。秋田平野内には、土崎南方に基盤の新第三紀層が露出しているが、それ以外の地域では沖積層が厚く推積している。

八郎潟は、東西12Km、南北27Kmの半かん湖であったが、1966年には全面的に干拓され、広大な人工埋立地となった。

男鹿半島は、主に新第三紀層の分布する山地が海岸線間近に迫っており、臨海部のわずかな地域に段丘・沖積低地が形成されているにすぎない。

能代平野は、台地（段丘・扇状地）が広く発達するほか、沿岸には男鹿半島から砂丘が連続して発達し、砂丘と台地・山地の間には沖積低地が発達している。能代平野に流れ込む米代川は、奥羽山脈から西流して平野部に発達する台地・砂丘を貫流する河川であり、流路に沿った低地には、自然堤防、旧河道等の微地形がよく発達している。

(2) 能代から深浦を経て鱒ヶ沢に至る地域

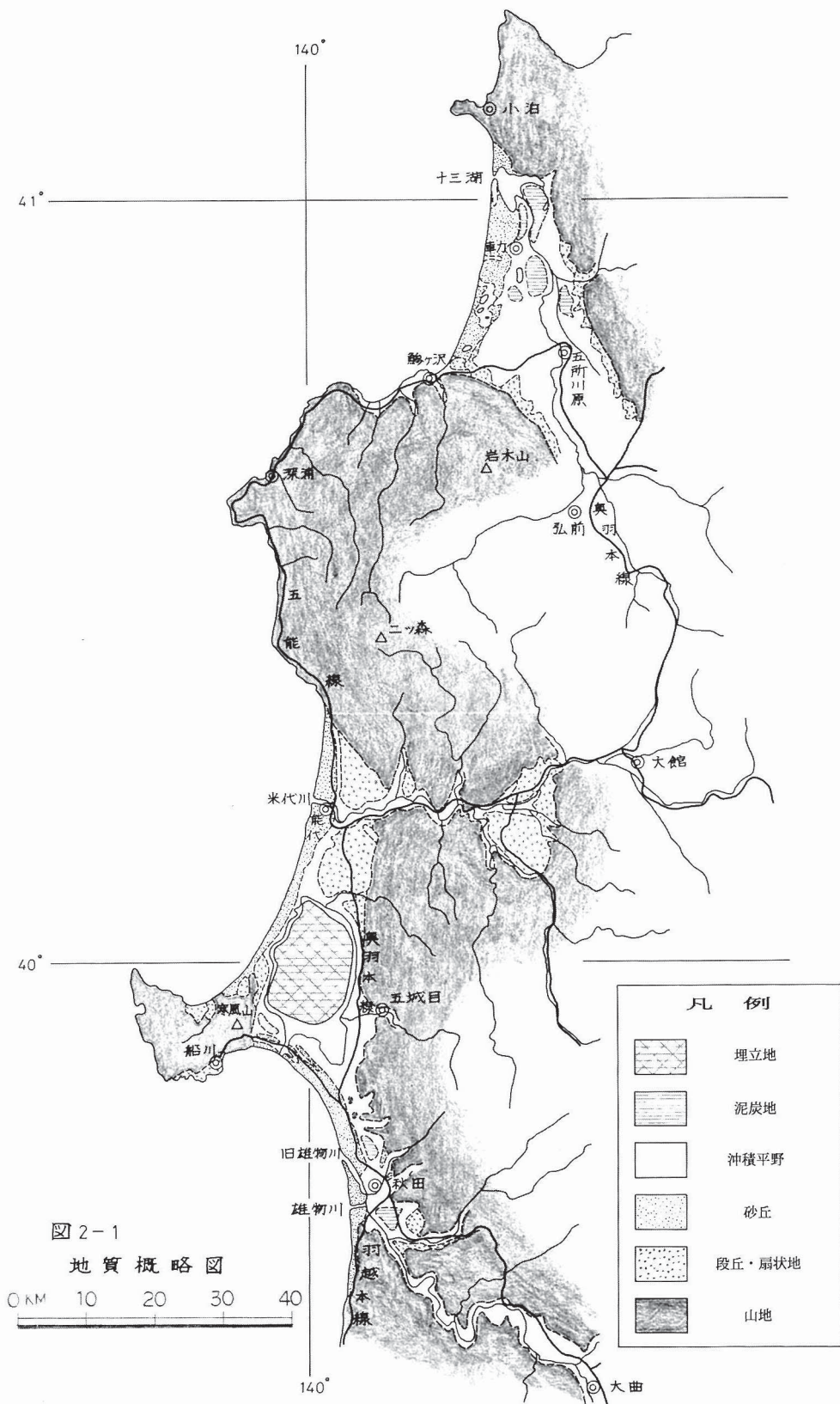
本地域は、山地が海岸線にまで迫っているため平地が少なく、山地を流下して日本海へ注ぐ中小河川沿いに小規模な沖積低地が形成されているにすぎない。臨海部のわずかな緩傾斜地（段丘面）を利用して、国鉄五能線・国道101号線が並行して通っている。

山地は、白亜紀花コウ岩および新三紀中新世の泥岩・砂岩・凝灰岩および安山岩が分布し、北東－南西方向と南北方向の断層および褶曲構造が発達している。

(3) 鱒ヶ沢から十三湖に至る地域

本地域は、南北に引き延ばされたように細長く発達した津軽平野が広く発達し、東側には新第三紀層からなる津軽山地が位置し、日本海側には屏風山砂丘と呼ばれる砂丘が北方の小泊岬まで連続している。

津軽平野内には岩木川がゆるやかに蛇行して北流し、平野北部の河口付近には十三湖が位置している。流路沿いには自然堤防・旧河道・後背湿地等の微地形が発達し、沖積層が厚く分布している。また後背湿地には泥炭層が分布していることが多い。



3. 港湾

(1) 秋田港

秋田港は、日本海側においては新潟、富山につぐ重要港湾である。新聞報道によると、港湾の8割以上の機能が失なわれ、その復旧には1年以上かかる見通しで被害額の概算は81億8千万円といわれている。秋田港の被害状況は写真3-1～3-9に示す通りであるが、この形態を分類すると次の通りである。

1. 岸壁の傾斜、はみだし、倒壊
2. エプロン部の亀裂・沈下・陥没
3. クレーンの傾斜
4. 倉庫床の陥没・沈下
5. ボックスカルバートのずれ・破断

写真3-1～3-4は秋田港外港地区における被害状況である。当地区は、東西方向に卓越する亀裂が無数に走り、地盤がうねったようになり、かつ噴砂現象がいたるところに認められる。全体的に海に向かって埋立地盤が地すべりを生じているのではないかと考えられる。写真3-2のエプロンの沈下は1.3mに及び、陸側のレール基礎は傾斜し曲っている。ただし、海側のケーソン形式と思われる護岸（レール基礎）には、ほとんど被害は認められない。写真3-3は、倉庫の床が基礎ばりの部分を残し陥没している状況である。

写真3-5～写真3-7は、秋田港大浜地区の被害状況を示したものである。当地区はボックスカルバートが1m程度ずれた箇所も認められ（写真3-6）、写真3-7のようにボックスカルバートの鉄筋が破断されている部分もある。写真3-5は、護岸が陸側に傾斜しているところに特徴があり、かなり深い部分まで液状化し、護岸基礎の足元がすくわれたように地盤が側方流動したものと考えられる。護岸は2m以上海側に横ずれしているようである。

写真3-8は秋田港本港地区のクレーンが傾斜し使用不能となった状況を示しているが、この背面には亀裂が無数に走り、噴砂現象も認められた。

写真3-9は、秋田港向浜地区のコンクリート矢板護岸が10～12度傾斜し

ている状況を示したものである。当地区背面の公園には噴砂現象も認められる。

秋田港は、旧雄物川河口を埋立てて構築されたものであり、被害の原因はおそらくこの埋立て材（砂質土）の液状化に伴う地盤の支持力低下、側方流動と考えられる。また、外港地区においては、亀裂の状況、地盤の変位傾向を勘案すると、おそらく、基盤層が北西方向に傾斜していて、その上の軟弱な埋立土砂が地すべり的な動きをしたのではないかと考えられる。

（２）能代港

能代港における被害は、米代側河口部に限定され、新設の港湾には顕著な被害を認めることができなかった。

写真３－１０は、物揚げ場の亀裂状況を示しており、これらの亀裂から噴砂現象も認められている。写真３－１１は、堤防が0.7～1.0m沈下し、縦・横断亀裂が認められる。ここでテトラポットが設置されている米代川側の護岸は大きな変状はなく、能代港側のコンクリートわくがすべり出している点が特徴的である。

（３）船川港

岸壁中央付近に噴砂が多少認められたが、岸壁そのものの被害はなかった。

（４）小泊港

小泊港の地質は風化岩からなっている為、岸壁等に被害は見られなかった。しかしブロック積の突堤が約50mにわたって転倒、水没した。

（５）青森港

青森港ではフェリー発着所付近の防波堤に30～40cm程の沈下が見られた。また駐車場アスファルトに亀裂が生じ、その亀裂に沿って噴砂が見られた。

（６）十三湖（写真３－１２）

十三湖の船着場には岸壁の傾斜とエプロン部の亀裂、沈下が見られた。

写真 3-1

秋田港（外港地区）
鋼矢板の倒壊



写真 3-2

同上地区
エプロンの陥没

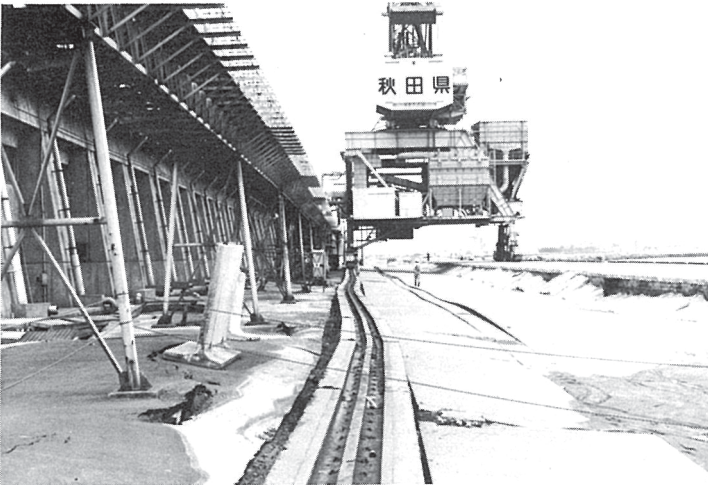


写真 3-3

同上地区
倉庫床の陥没



写真 3-4



秋田港（外港地区）
噴砂，地割れ

写真 3-5



秋田港（大浜地区）
エプロンの陥没，護岸の倒壊

写真 3-6



同上地区
ボックスカルバートの横ずれ



写真 3-7

秋田港（大浜地区）
ボックスカルバートの横ずれ
鉄筋の破断



写真 3-8

秋田港（本港地区）
クレーンの傾斜



写真3-9

秋田港（向浜地区）
コンクリート矢板護岸の傾斜



写真 3-10

能代港
米代川河口 物揚げ場



写真 3-11

能代港
米代川河口 堤防



写真 3-12

十三湖船着場

4. 道路

(1) 国道7号線

秋田県内の調査した国道7号線のうち秋田市北部～能代間でくいで支持されたボックスや橋台の背面盛土部の沈下、直接基礎形式とした管きよ部の沈下、路肩の亀裂等が若干認められたが、大規模な崩壊・沈下は認められなかった。

写真4-1は南秋田郡昭和町の昭和バイパスでの管きよの沈下状況を示している。この東側押え盛土のり尻部には、写真4-2に示すような噴砂が認められ、管きよが沈下しているようである。この地点の沈下原因は、おそらく、地下水以下の盛土材料（サンドマットと思われる）の液状化によるものと考えられる。

(2) 船川街道

船川街道では南秋田郡天王町のバイパスで、写真4-3に示すように、クラックおよび路面の陥没が生じていた。この区間は水路に盛土をして造られており、のり尻も写真4-4に示すように崩れていた。路面上にもまたのり面上にも噴砂が見られ、被害の原因は盛土の液状化にあるのではないかと推察される。

(3) 男鹿街道

男鹿街道は、海岸線に発達する砂丘東端部を走る道路で、液状化に伴う沈下亀裂が数多く認められた。特に南秋田郡若美町玉ノ池・石田川原～五明光付近は住宅被害とともに道路被害も著しかった。また、崖地の道路（おそらくは片盛土）部分ではのり肩部の崩壊も認められた。

この中で特徴的なものは、写真4-5に示す五明光南側の道路で延長300mにわたり横断亀裂（東西方向の亀裂）が認められたことである。また、写真4-7は写真4-6の西側にある一段高い水田であるが、すべり面の先端部のように円弧状に亀裂が認められ、噴砂が生じていた。

写真4-8は同じく若美町の大口で生じた崩壊を示しているが、おそらく、

傾斜地盤上に片盛りした部分の崩壊と考えられる。

第6章で後述するように八郎潟干拓堤防の被害は激甚をきわめているが、男鹿街道と八郎潟を結ぶ五明光橋では写真4-9、4-10にみられるようにとりつけ部盛土で大崩壊を生じていた。周囲には噴砂もみられ、崩壊（すべり的な崩壊）の原因は液状化にあると考えられた。なお、五明光橋は全長約41.5m、幅約6.9mでパイルベント方式で造られていたが、橋自体は大した被害を受けていなかった。

（4）国道101号線

国道101号線では写真4-11に示したように青森県西津軽郡深浦町深浦で岩盤斜面の小崩壊がみられた。

さらに北に向うと、深浦町北金ヶ沢～柳田付近で、路肩の崩壊（写真4-12）や縦断クラック、橋梁とりつけ部の段差が生じていた。また、鱒ヶ沢町の鳴沢川付近では写真4-13に示した路肩の大崩壊やクラックが生じていた。付近には鉄道盛土のスベリも生じており、軟弱地盤に起因した被害と考えられる。

（5）県道蟹田～今別線（青森県）

この区間では小国峠南側（写真4-14、15）及び今別町手前の大川バイパス入口付近に盛土崩壊による被害がみられた。この道路は国鉄津軽線とほぼ平行しており、また青函トンネルに伴う国鉄津軽海峡線の建設も進められている。小国峠付近の崩壊は道路が天端中央から半分が陥没したもので、地形から推察すると盛土区間が沢を横切っているために発生したと考えられる。また大川バイパスも同様の盛土区間が約100mにわたってすべり破壊を起こした為に通行止になっていた。

(6) 十三道及び十三湖周辺（青森県）

十三道では木造町から車力村にかけての全線にわたって、縦断クラックや路肩の崩れがいたる所で生じていた。これらのうちのいくつかは液状化に起因していると考えられる。

十三橋の取付道路では液状化による沈下に起因すると見られる被害を受けていた（写真4-16、17）。また十三湖畔北側道路には路肩に亀裂、陥没が見られた（写真4-18）。なお、これらの地点にはほとんど噴砂が生じていた。

写真 4-1



国道7号線
南秋田郡昭和町
昭和バイパス
路面の沈下

写真 4-2



写真4-1の東側押え盛土
のり尻付近の噴砂

写真 4-3



船川街道天王町の
路面の陥没

写真 4-4



写真4-3の区間における
のり尻部の崩壊

写真 4-5



男鹿街道若美町
玉ノ池南町の道路被害

写真 4-6

男鹿街道若美町五明光の南側
の道路に生じた横断クラック



写真 4-7

上記写真の西側の水田に
生じた円弧状の亀裂，噴砂



写真 4-8



南秋田郡若美町大口
傾斜地盤（崖）の道路
崩壊

写真 4-9



男鹿街道と八郎潟を結ぶ
五明光橋の取り付け部
における大崩壊

写真 4-10



五明光橋に生じた段差

写真 4-11



国道101号線深浦での
斜面小崩壊



写真 4-12

国道101号線
深浦町北金ヶ沢付近の
路肩崩壊



写真 4-13

国道101号線
金ヶ沢町での路肩崩壊

写真 4-14



県道今別-蟹田線小国峠付近
盛土の崩壊



写真 4-15

県道今別-蟹田線小国峠付近
擁壁の崩壊



写真 4-16

十三道十三橋（十三湖）
取付道路の被害



写真 4-17

同 上



写真 4-18

十三湖畔道路（北側）
歩道の陥没

5. 河川

(1) 雄物川

今回調査した範囲においては、雄物川沿いの堤防（放水路より上流）には顕著な被害が認められず、河辺郡雄和町、野中・椿川付近の黒瀬橋から岩見川との合流地点までの間に、2ヶ所の亀裂が認められるのみであった。写真5-1は、堤内側のり肩、のり面に縦断亀裂が発生した箇所の状況である。ここで、堤外側にはほとんど被害は認められず、堤内側の道路部がすべり出したような形となっている。盛土形状から考えると、堤内側には道路があり、押え盛土としての、効果があるはずであるから、すべり出すとすれば堤外側でなければならない。かなり大胆な予測をすれば、堤内側の道路は堤防構築後に腹付されたもので、この腹付部分がすべり出し、堤防が引きずられたということであろうか。また、地形条件に着目すると、この付近の水田は、周辺より一段低くなっており、旧河道で、局部的に軟弱な土砂が堆積していたとも考えられる。

(2) 米代川

米代川では雄物川と比べて、被害が多く、特に河口部及び右岸の比較的新しい堤防の被害が多かった。被害形態は縦断亀裂が大半であるが、河口部においてはすべり、沈下も認められた。また一部に横断クラックも生じていた。最も被害が大きかったのは、写真5-4、5-5に示す地点で、堤防には縦・横断亀裂が生じ、その延長は300m程度であった。この地区では堤内側及び高水敷には無数に亀裂が生じ噴砂が認められた。さらに、写真5-5にみられるように堤外側護岸のコンクリートわくの間からも噴砂が生じていた。堤内地では現在下水処理場が構築されており、その止水、土留工である鋼矢板も傾斜していた。

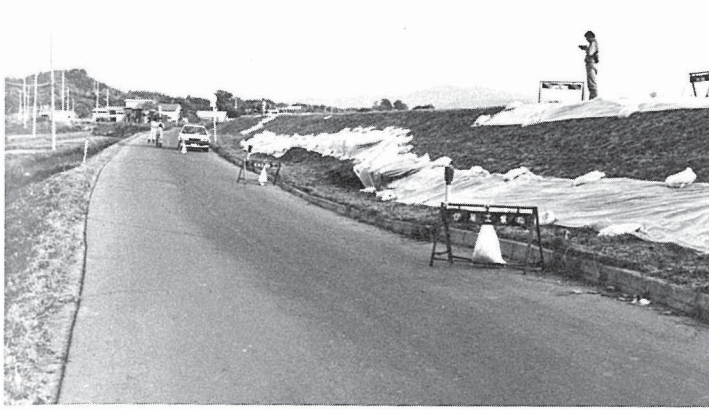
当地区は、地形区分上旧河道にあたるものと考えられ、特に軟弱な土砂が堆積し、その液状化に伴う地盤の支持力低下、側方流動等が被害の原因ではないかと考えられる。

(3) 岩木川

調査した五所川原以北の堤防区間では右岸側に被害が集中していた。被害の形態は堤防天端の亀裂（写真5-7）、のり面のすべり（写真5-8）、護岸の破壊（写真5-9）等であった。調査箇所のうちで最も大きな被害は70～80mにわたってのり面が堤外地側にすべりだしたものである。ここでは堤防天端で高低差50cm,幅50cm程度の大きな亀裂がはいった。この区間では噴砂は見られなかったが、他の亀裂発生区間ではほとんどの場合、周辺の田に噴砂が見られ、液状化が程度の差こそあれ原因となっていることが考えられる。

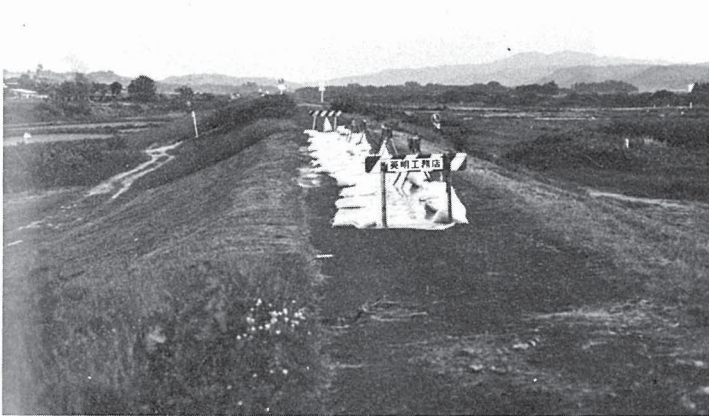
なお、岩木川堤防築提の際に流路が変えられたりしたために生じた旧河道部分に被害が多いことがわかった(地元の人からの見聞による)。

写真 5-1



雄物川右岸堤防
河辺郡雄和町鹿野戸～芝野
新田間の堤防

写真 5-2



雄物川右岸堤防
写真5-1より約2km下流
天端縦断亀裂

写真 5-3



米代川下流左岸堤防
能代橋下流 200m 付近

写真 5-4



米代川下流左岸堤防
国鉄五能線橋梁上流 500m 付近
(堤内側)

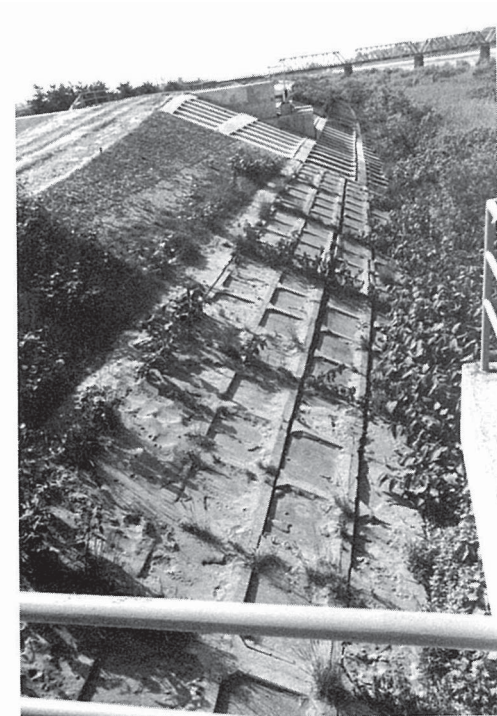


写真 5-5

同上 (堤外側)



写真 5-6

米代川左岸堤防
能代市金拓付近
天端縦断亀裂



写真 5-7

岩木川右岸堤防
北津軽郡中里町豊島付近
天端縦断亀裂



写真 5-8

岩木川右岸堤防
金木町付近
すべりの状況



写真 5-9

岩木川右岸堤防
金木町付近
ブロック積護岸の破壊

6. 八郎潟干拓堤防

(1) 八郎潟干拓堤防の概要および過去の地震による被害^{*})

八郎潟干拓堤防は八郎潟を埋立てて造られた堤防である。図6-1に示すように、中央干拓地を囲む堤防は正面堤・西部承水路堤・東部承水路右岸堤からなり、それぞれ延長は約9、22、19kmである。図に示されているように、この一帯は軟弱粘土層が厚く堆積しており、施工にあたっては正面・東部承水路右岸堤の軟弱地帯では海底面下2mほどを掘削し、砂で置換している。また西部承水路堤もサンドベッドで基礎処理を施したりしている。これらの砂や堤体材料は、水路内の砂質土地盤から浚渫されて用いられている(図6-2)。

さて、完成間近い昭和39年に青森県西方沖地震、新潟地震、男鹿沖地震とたて続けに地震にみまわれ、図6-3に示す位置で、西部承水路堤、正面堤が被害を受けた。特に青森県西方沖地震では西部承水路堤が最大1.7mも沈下した。この原因は砂の液状化にあると考えられ、押え盛土をつけ加え、図6-4のように復旧された。

続いて昭和43年には十勝沖地震では正面堤の軟弱地盤部で沈下、キレツの被害を受けた。特にFD7+121~7+204およびFD7+450~7+690の313m間は最大1.9mもの沈下が生じた。

(2) 全体の被災概況

今回の地震で、八郎潟干拓堤防は大被害を受けた。南東・南西の一部を除いて、ほぼ堤防全周で沈下、スベリ、クラック等の被害を受けた。そして噴砂も堤防沿いにほぼ全域にわたって生じており、被災原因の1つは液状化であることを物語っていた。なお、西部承水路堤が最も大きな被害を受けていたようである。

^{*}) 八郎潟干拓事務所・農業土木学会：八郎潟干拓事業誌，1969

(3) 西部承水路堤の被害

西部承水路堤では写真6-1に示すように堤防は大きく沈下し、堤防天端と承水路水面との差は数10cmにも満たないような箇所が生じていた。そのうちでも被害が大きかったのは五明光橋付近である。写真6-2は橋の五明光側とりつけ道路から干拓堤防内を写した写真であるが、どこに堤防があるのかすらわからない状況となっている。付近の住民の話だと、地震前には堤内の道路に立って堤外を見ることが出来なかったのが、地震後には堤防が足もとの位置になったとのことで、1.5～2m位は沈下したものと推定される。

このすぐ北側では堤防の緊急復旧も行われていた(写真6-4)が、ここでは写真6-5にみられるように、ある幅で堤防から堤内に向けて移動(写真の左上から右下にかけての流動)が生じていた。

写真6-6は堤防道路のうねり(蛇行)状況を示しているが、正弦波的にうねっている箇所を測ってみると、波長約114m、両振幅1.9mとなっていた。

写真6-7、6-8はこの付近での噴砂状況を示しているが、とにかくこのような噴砂は全周にわたって発生しており、全周で液状化が生じていると判断された。

なお、西部承水路堤で被害が多かった区間は、図6-3に示した昭和39年の地震時の被災区間とよく一致しているようである。

(4) 東部承水路堤の被害

写真6-11は東部承水路堤北部でのうねりの状況を示している。ここではセンターラインが約1.4mもずれており、この区間で堤防が堤内側へ移動したと考えられる。ここでの堤防の被害状況を示したのが写真6-12である。やはり沈下が生じている。

この他写真6-13に示した天端の陥没など、全域にわたって何らかの被害を受けていたようである。

(5) 正面堤の被害

正面堤では西側の一部を除いて、かなりひどい被害を受けていた。写真6-14、6-15はこれらの状況を示しているが、最大で1.0～1.5m程度沈下したのではないかと推察された。

写真6-16は南東端の正面堤の状況を示しているが、噴砂は生じているにもかかわらず、ここだけは軽微な被害にとどまっていた。ここは図6-3におけるFD6+250付近に相当し、十勝沖地震により被害を受けた区間と思われる。堤外側に幅約15mの押え盛土もみられたことから、十勝沖地震後の復旧によって、他の区間より強くなっていたのではないかと想像される。

写真6-16のすぐ北隣では、写真6-17のようにすべり破壊が堤体に生じていた。

なお、写真6-15に見られる管路はサイホンによる送水管であるが、接合部などが壊れて機能が失われ、緊急に代用管路が設置されつつあった。

(6) 中央干拓地北部排水機場

中央干拓地北部排水機場では、鉄筋コンクリート造2階建の本体には被害が見られなかったものの、付帯構造物が被害を受けていた。写真6-19は玄関付近の被害状況を、写真6-20はスクリーンそばの被災状況を示している。土留め壁下端が50cmもずり出ており、また背後の地盤の地表に陥没が生じていることから、背後地盤が下部からずり出したのではないかと推察される。

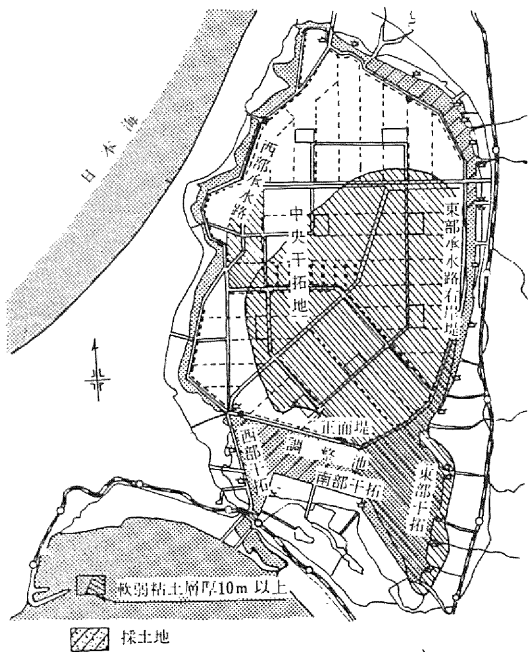


図6-1 堤防位置*)

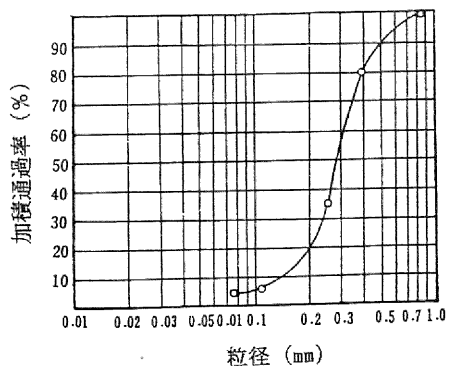


図6-2 浚渫船採土位置付近の粒度*)

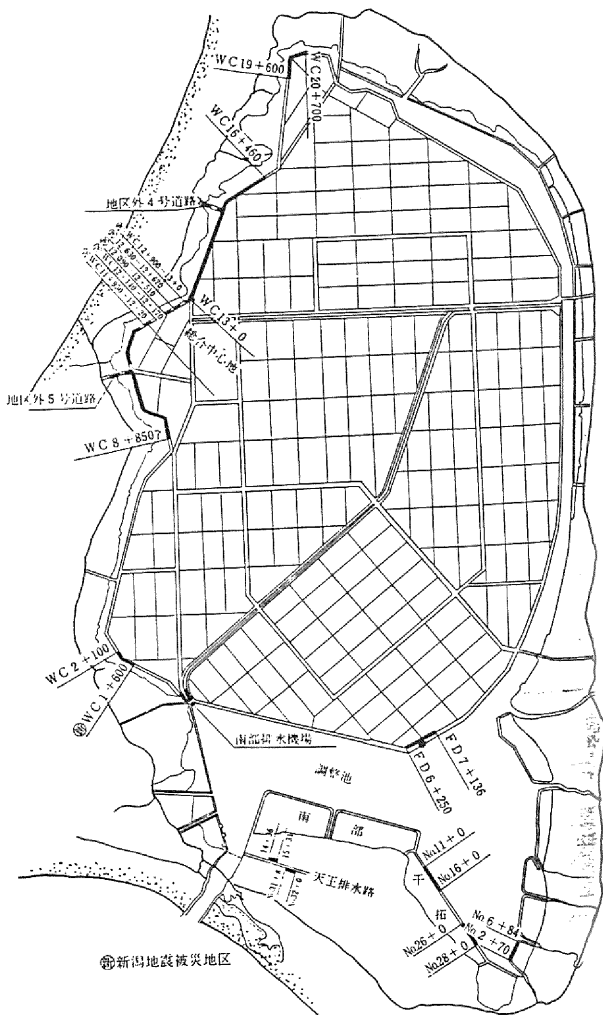


図6-3 昭和39年の地震による*)被災位置

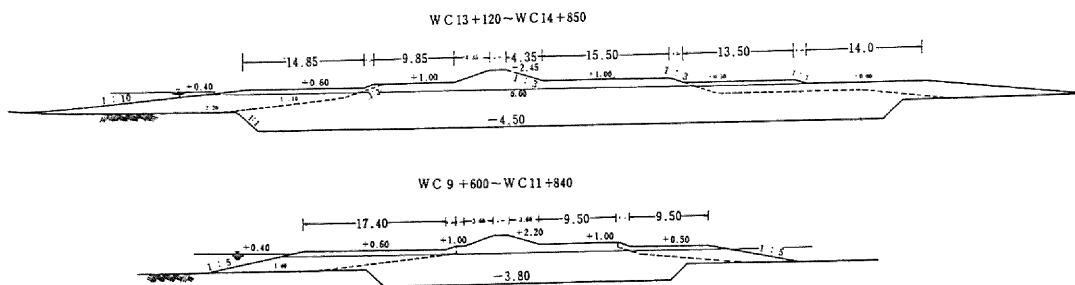


図6-4 西部承水路堤防復旧断面 (昭和39年地震後*)

写真 6-1

八郎潟西部承水路堤
の沈下状況



写真 6-2

五明光橋から見た
西部承水路堤



写真 6-3

路面の波うち



写真 6-4



西部承水路堤での
最大の沈下箇所

写真 6-5



同上箇所の堤内地への
移動状況

写真 6-6



堤防道路のうねり



写真 6-7

堤防道路沿いの噴砂



写真 6-8

堤防にはいった縦断クラック
からの噴砂

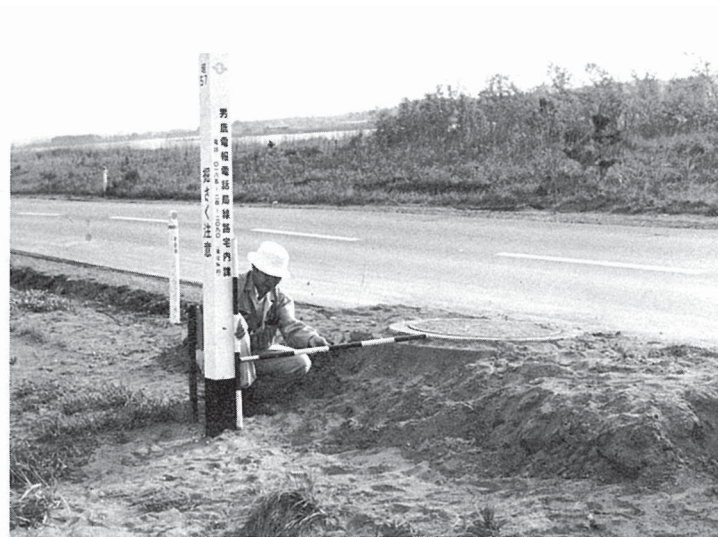


写真 6-9

マンホールの浮上り

写真 6-10

三叉路で発生した
クラック





写真 6-11

八郎潟東部承水路堤
のうねり



写真 6-12

同上箇所の堤防
崩壊状況



写真 6-13

天端の陥没

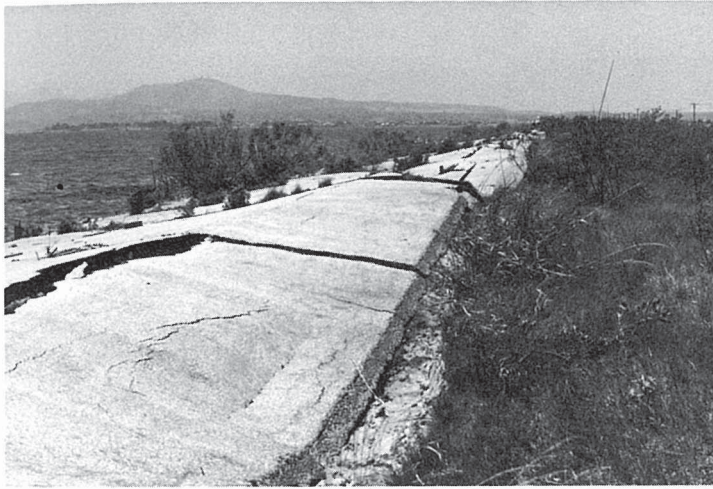


写真 6-14

八郎瀉正面堤の崩壊



写真 6-15

堤防道路に生じた
クラック

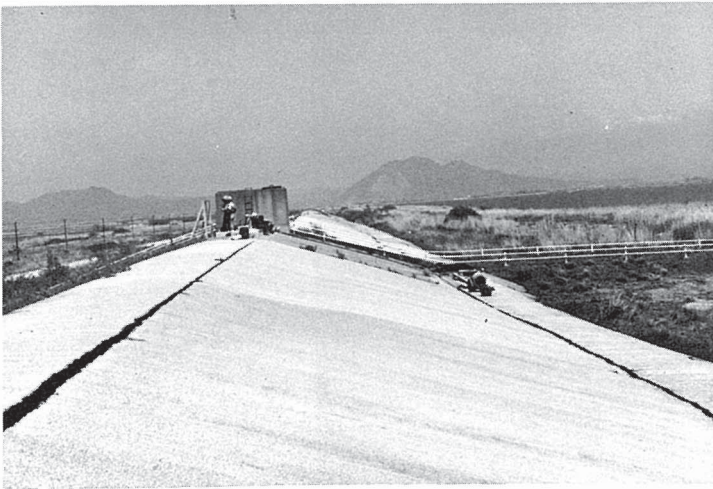


写真 6-16

正面堤南東端での軽微
な被災状況



写真 6-17

堤体に生じたすべり



写真 6-18

同上の天端被災状況

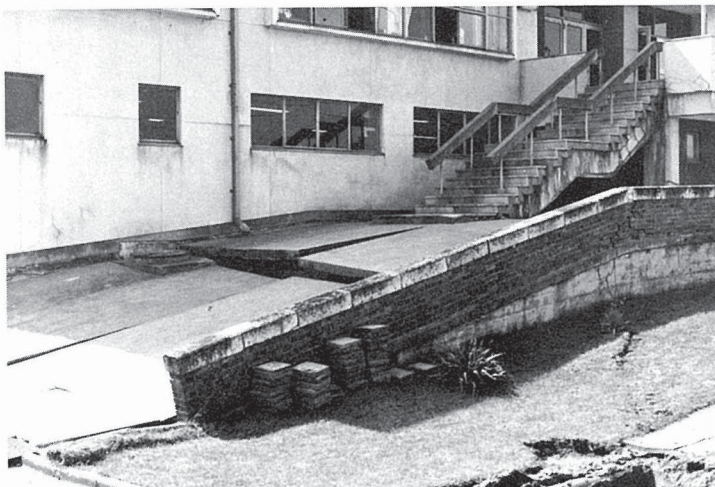


写真 6-19

八郎潟中央干拓
北部排水機場の
被害（正面）

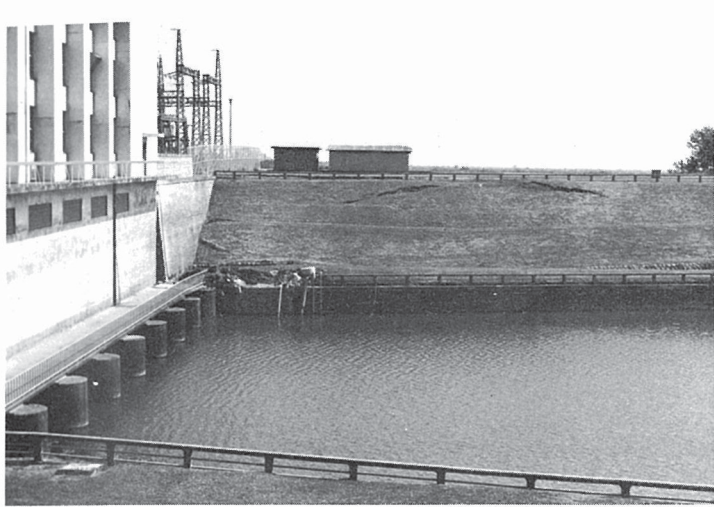


写真 6-20

中央干拓
北部排水機場の
被害（裏，堤内側）



写真 6-21

同上の土留め壁
の回転

7 タンク

(1) 青森

青森湾に面した沖館地区には石油各社の貯油所、油槽所があり、今回の地震でタンクの一部に亀裂が入り、中の油が流出するなどの被害があった。

被害は水槽の浮上（写真7-1）、地盤の陥没（写真7-2）、タンク基礎のアンカーボルトの引抜け（写真7-3）、小型タンクの傾斜（写真7-4）、防油堤の破壊（写真7-5）、タンク基礎コンクリートの亀裂（写真7-7）等である。地面にはいたるところに噴砂があり（写真7-6）、これらの被害は地盤の液状化による不同沈下に起因すると考えてよいと思われる。この地域は埋立地であり、また東隣にある連絡船の発着所が同様に液状化によるものと見られる被害を受けている。

一方これらの石油基地の護岸には被害が見られなかった。

(2) 船川

秋田県船川にある石油タンクには被害が見られなかった。

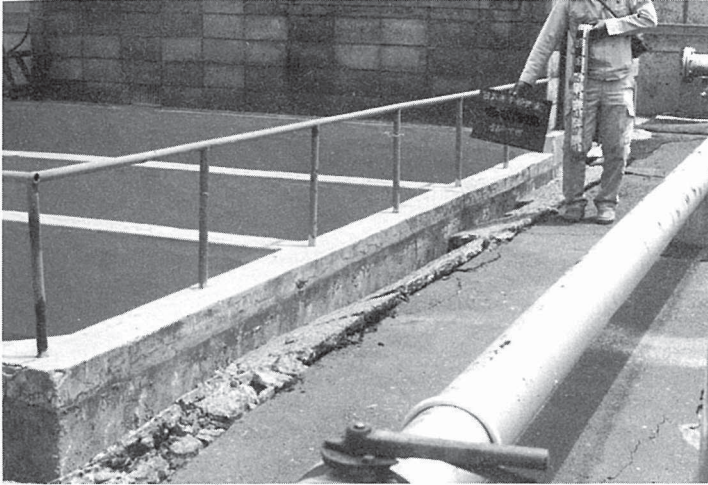


写真 7-1

青森市沖館
水槽の浮上



写真 7-2

青森市沖館
地盤の陥没

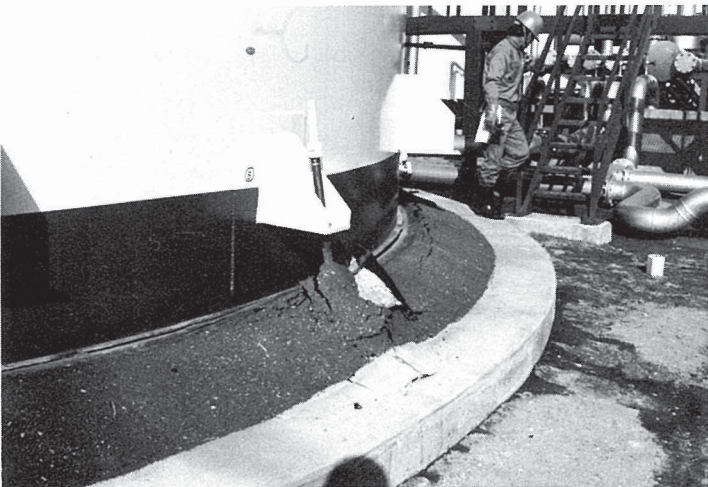


写真 7-3

青森市沖館
アンカーボルトの引抜け



写真 7-4

青森市沖館
小型タンクの傾斜



写真 7-5

青森市沖館
防油堤の破壊



写真 7-6

青森市沖館
噴砂の状況



写真 7-7

青森市沖館
タンク基礎の亀裂

8. 建築物

(1) 鉄筋、鉄骨造建築物

建築物の被害の大半は木造であり、鉄筋、鉄骨造りの建築物における被害は少なかったようである。

写真8-1～8-3は、男鹿市脇本のはずれに建っている秋田県立男鹿工業高校での被害状況を示している。ここでは校舎の周囲、グランドそしてさらに床の割れ目から噴砂が生じて、鉄骨1階建ての工作室では、床が最大30cmほどの不等沈下をおこし、写真8-3にみられるように壁は破壊していた。この建物の基礎は松グイとのことである。隣接する3階建ての校舎は鉄筋コンクリートグイの基礎で支えられているとのことであるが、こちらの方はほとんど無被害であった。なお、この付近は昭和54、55年頃に沼を埋立てて造成されたとのことであり、液状化し易い地盤であったものと言えよう。

写真8-4～6は青森農業会館の全景及び被害状況である。当ビルは鉄筋コンクリート造地上6F、地下1F建て昭和37年の竣工である。建物の形状はほぼ正方形であり、階段、エレベーターなどを中心に配し、そのまわりに廊下と事務室を備えたコア型平面である。建物の被害の主なものは壁のせん断クラック、洗面所のタイル破損、窓ガラスの破損(約200枚)である。このビルは十勝沖地震の際にも被害を受けたとのことであり、地盤の軟弱さ、建物の構造などが被害に関連していると考えられる。

写真8-7～9は浪岡町立病院の被害状況である。当病院は鉄筋コンクリート造地上5F、地下1F建てであり、その平面は東西方向を長辺とする長方形断面である。また北側の一部はドライエリアとなっている。被害は北側部分に集中し、その中でも3F部分が顕著であった。被害の主なものは壁、柱のクラック(鉄筋が露出している部分もあり)、煙突の傾斜、天井のボードの落下である。また建物全体が東側に傾斜していた。

(2) 木造建築物

木造建築物の被害は全域にわたって多く生じた。このうち特に地盤の液状化に起因した不等沈下の被害が目立った。

南秋田郡昭和町大久保（元木）では写真8-10、写真8-11にみられるように地盤の液状化に伴う支持力低下、側方流動により、ブロック塀等の傾斜、倒壊、横ずれ、住宅の傾斜、横ずれが生じていた。付近の聞き込み調査によると当地区は沼を埋めたた場所、ここに被害が集中している。写真8-11の中央の家は、写真左側に約10度傾斜、写真左側のブロック塀は横にずれ、それに伴い、住宅も横ずれし床が陥没している。写真中央部は噴泥が生じた箇所である。

秋田市新谷松美が丘東町では、写真8-12にみられるように写真右側ブロック塀のみが倒壊していた。この付近は地形図から判断すると崖地に当る。

南秋田郡若美町における一般住宅の被害は、大きく次の3つのパターンにわけられる。

1. 斜面上（おそらく片盛土）の住宅の被害（写真8-13）
2. 水田を造成した地区の住宅の被害（写真8-14）
3. 低地部における地盤の液状化に伴う支持力低下、地盤の側方流動による被害（写真8-15）

これらに共通していえることは、住宅の構造上の問題は少なく、むしろ地盤破壊に伴う被害だと考えてよいであろう。若美町の中でも五明光地区は最も被害の集中した地区である。

男鹿市脇本では写真8-16に示すように家屋の傾斜が生じていた。ここでは谷あい盛土をして家屋が造られており、その盛土全体の地スベリ的な動き（写真で左から右へ）でこのような被害が生じたのではないかと推察される。写真8-16の左側の道に沿った水道管が破壊されており、これが地スベリの一因ともなっているようであるが、管から離れた所で噴砂も生じており、液状化にも原因があったのではないかと考えられる。

能代市では浅内～河戸川にかけて写真8-17にみられるように家屋の傾斜等の被害が生じていた。周囲には至る所に噴砂が生じており、明らかに液状化に起因した被害と考えられる。また、写真8-18に示したようにガソリンスタンドのタンクが約40cmも浮上っていた。液状化に起因した単なる浮上なのか、逆に周囲の地盤の沈下によるのか断定し難いが、両者の作用によりこれだけ浮上したと考えられる。

液状化による被害は津軽平野でも生じていた。写真 8-19 は西津軽郡車力村牛潟での被害状況を示しているが、ここでも液状化により家屋の傾斜が生じ、写真 8-20 のように防火水槽は浮上っていた。

写真 8-21～8-23 は同じく車力村富菴での状況を示している。ここでは斜面のスベリに伴って、家屋が傾斜、破壊していた。ここは少し丘陵状になった地形を呈しており、両側の斜面ともすべりを生じている。のり尻では噴砂もみられ、すべりに間隙水が関係していたようであるが、液状化によるすべりかどうか断定し難い。なお、後述する“巨大な噴砂孔”はこの近くに発生していた。



写真 8-1

男鹿工業高校での噴砂

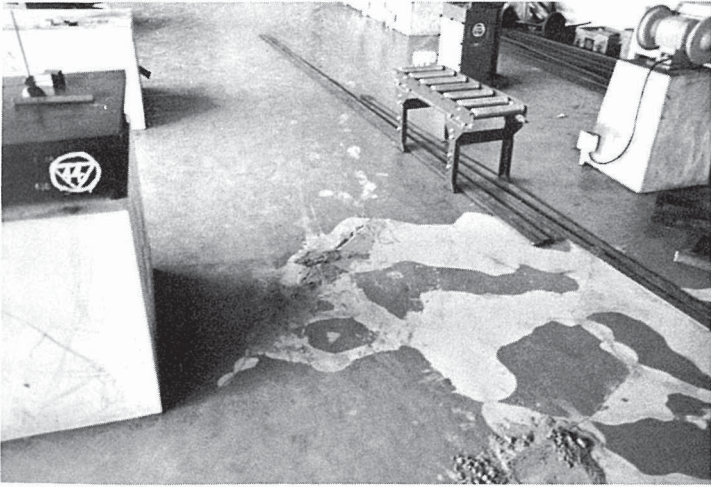


写真 8-2

男鹿工業高校
床の割れ目から
生じた噴砂

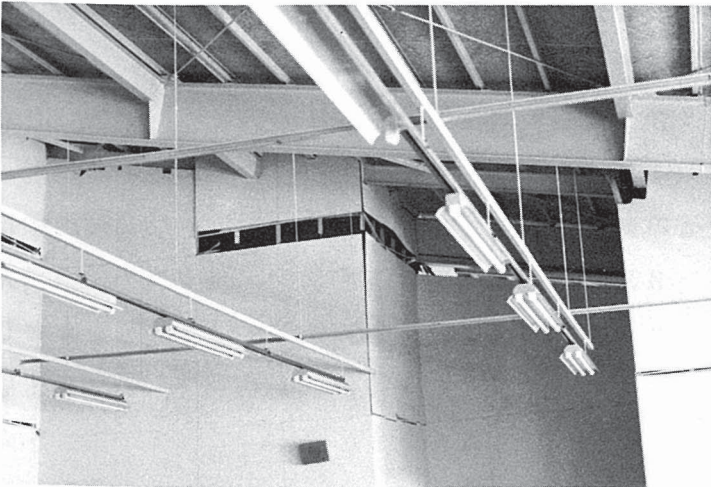


写真 8-3

男鹿工業高校
壁面の変形状況



写真 8-4

青森農業会館全景

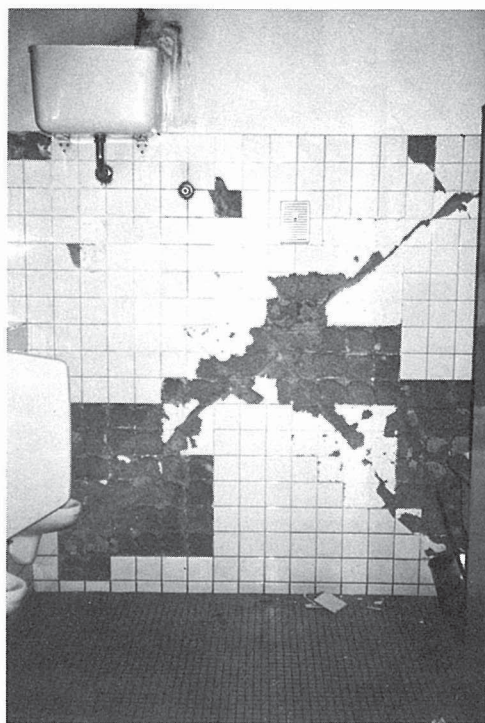


写真 8-5

青森農業会館
洗面所のタイル剥落状況



写真 8-6

青森農業会館
書庫の亀裂



写真 8-7

浪岡町立病院
北側の被害状況



写真 8-8

浪岡町立病院
壁柱の亀裂，剝離



写真 8-9

浪岡町立病院
壁タイルの剝離，煙突の傾斜



写真 8-10

南秋田郡昭和町
大久保（元木）の被害



写真 8-11

同 上



写真 8-12

秋田市新谷松美が丘東町
崖地におけるブロック塀
の崩壊

写真 8-13



南秋田郡若美町（松木沢）
斜面上の住宅
（現在取り壊し中）

写真 8-14



南秋田郡若美町（本内）
水田を造成した盛土上の住宅

写真 8-15



南秋田郡若美町（五明光）
一般住宅被害集中箇所
（液状化）



写真 8-16

男鹿市脇本での
住宅被害

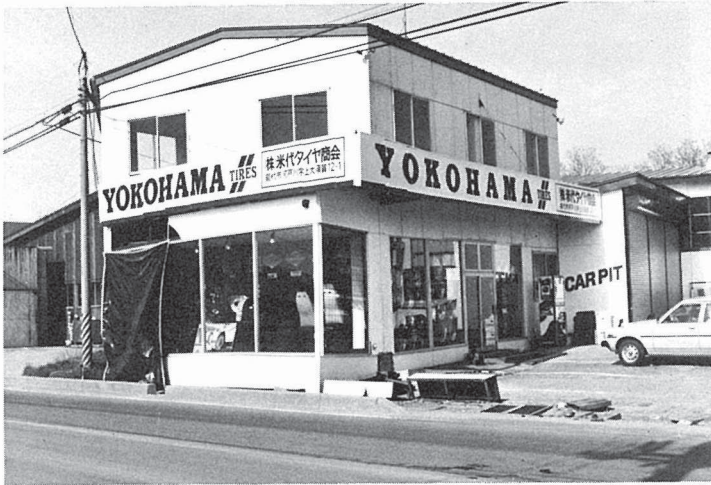


写真 8-17

能代市河戸川付近
の住宅被害



写真 8-18

ガソリントankの浮上

写真 8-19



青森県西津軽郡
車力村牛湯での家屋傾斜

写真 8-20



浮き上がった防火水槽
と周囲の噴砂



写真 8-21

青森県西津軽郡
車力村富菴での斜面すべり
にともなう被害

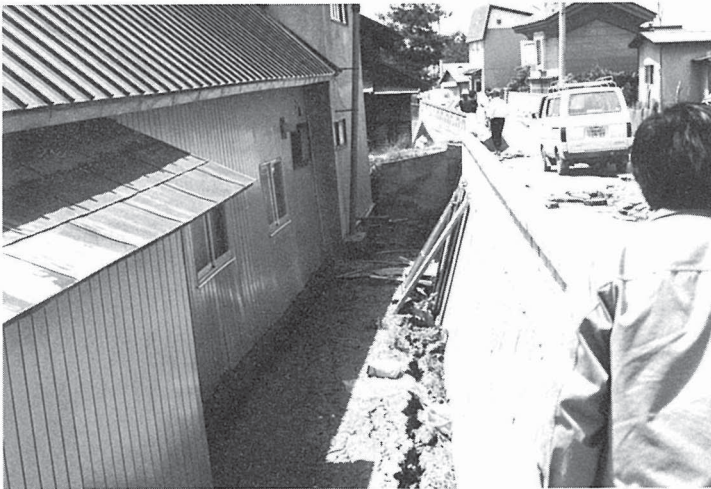


写真 8-22

同 上



写真8-23

同 上

9. 鉄道

(1) 国鉄奥羽本線

国鉄奥羽本線の被害は大きく2つのタイプに区分される。

①傾斜地盤上の盛土の崩壊（写真9-1、9-2、9-8）

②低盛土部の沈下（写真9-4、9-5）

写真9-1は、国鉄奥羽本線、山本郡琴丘町内鯉川付近の西側斜面の崩壊を示している。この範囲は延長約40mにわたって最大沈下2m、盛土はらみ出し0.5m程度の被害を受けた。崩壊箇所は土のうをつみ、応急復旧してある。

写真9-2は、同様、山本郡山本町根岸付近にある沢部の盛土である。当地区には崩壊箇所北東部にため池があり、昭和24、25年頃に大雨でため池が欠壊し鉄道に被害を及ぼした箇所である。当地区は傾斜地盤でかつ排水不良箇所であることから、水の浸透により盛土が軟弱化していたものと考えられる（被害規模：延長約120m、最大沈下2m、復旧工法：亀裂部を掘削・転圧後盛土、必要土量2,500m³）。

写真9-3～写真9-9は、国鉄奥羽本線の中でも最も被害の大きかった箇所であり、軌道を除き、復旧工事を実施している区間は延長1.7kmに及ぶ。写真9-4は、低盛土部の沈下状況を示し、その側道部には、写真9-5のように亀裂や噴砂が認められる。写真9-4右側は一ノ沢堤と呼ばれる沼で高有機質土を主体とした軟弱地盤と考えられる。写真9-3に示した小野沢踏切を境界として南側は高盛土となる。写真9-6は高盛土東側斜面の崩壊状況で、西側は、写真9-7に示すようにまくら木による抑止杭が打設されていた。また、写真9-8、9-9に示すように高盛土西側斜面のり尻は、抑止工が実施されている。こういったことから、当地区の高盛土は、施工時においても変状が生じた可能性があると考えられる。変状した高盛土区間の東側は台地となっており、おそらく傾斜地盤上の盛土であろう。また、この付近では、漏水も認められ東側台地からの浸透水によって盛土部が軟弱化していたとも考えられる。

なお、国鉄奥羽本線においては、切土箇所、橋梁箇所には被害が認められ

なかった。（北秋田郡鷹巣町今泉の今泉橋梁は古いアバット部のコンクリートが欠けおちた程度であった）

（２）国鉄五能線（鱒ヶ沢付近）

写真９－１０～１３は国鉄五能線鱒ヶ沢－鳴沢間、鳴沢鉄橋付近の盛土崩壊による線路の沈下、蛇行である。この区間の盛土高は４ｍ程度であり、長さ約２００ｍにわたって変状を示している。この地域は地形的には埋没谷と見られ、地元で「さるけ」と呼ばれる未分解の腐植土が広く分布する軟弱地盤地帯である。この区間の盛土の崩壊は地盤の弱さに起因するすべり破壊と考えられる。

（３）国鉄青森駅構内

写真９－１４～１８は国鉄青森駅構内、連絡船発着所付近の被害状況である。ここでの被害は照明塔の傾斜（写真９－１４）、路盤の陥没、線路の沈下（写真９－１５）、建築物の沈下、傾斜（写真９－１６）、プラットフォームの沈下及び破損（写真９－１７、１８）、マンホールの浮上等である。構内にはいたる所に噴砂が見られ（写真９－１５）ることから、ここでの被害の主原因は地盤の液状化による沈下（浮上）であると考えられる。

（４）その他

国鉄五能線鱒ヶ沢－深浦間では津波によると見られる線路の埋没が見られた（写真９－１９）。

また、五能線岩木川鉄橋では橋脚が数１０ｃｍ上流側に傾斜した（写真９－２０、２１）。



写真 9-1

国鉄奥羽線山本郡琴丘町
内鯉川付近
西側斜面崩壊



写真 9-2

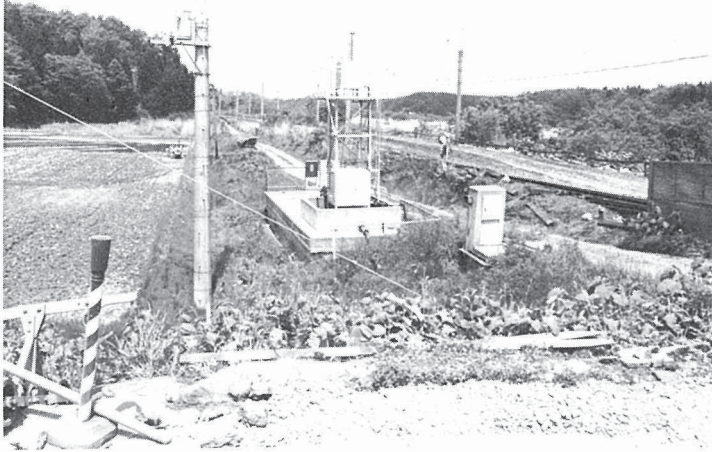
国鉄奥羽線山本郡山本町
根岸付近
斜面崩壊



写真 9-3

国鉄奥羽線能代市
小野沢踏切（一ノ沢堤）
道路部の縦断亀裂沈下

写真 9-4



国鉄奥羽線
能代市 一ノ沢堤付近
低盛土部の沈下

写真 9-5



同上
側道部の亀裂，噴砂

写真 9-6



写真9-3の南側
高盛土部の東側斜面崩壊



写真 9-7

国鉄奥羽線
能代市一ノ沢堤付近
枕木による抑止杭打設箇所
の変状

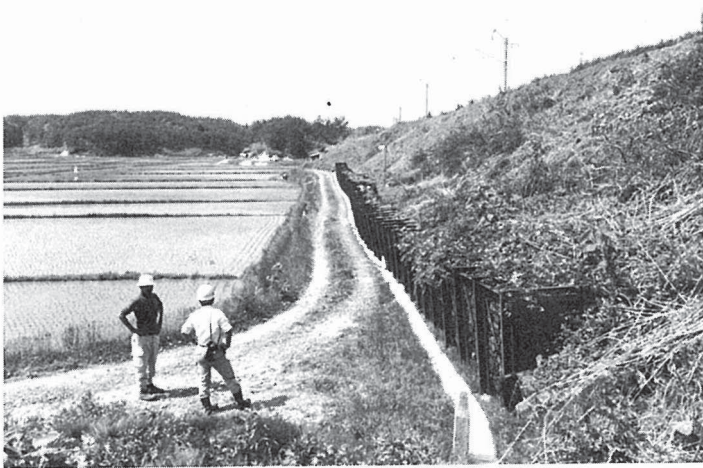


写真 9-8

同上地区
抑止工（鋼製わく工）の傾斜
はらみ出し
盛土高 10m 以上
写真右サイドは台地



写真 9-9

同上地区
湧水状況
写真左サイドは台地

写真 9-10



国鉄五能線鱒ヶ沢-鳴沢間
鳴沢鉄橋付近
盛土崩壊による線路の沈下

写真 9-11



同 上

写真 9-12



同 上



写真 9-13

国鉄五能線鱒ヶ沢-鳴沢間
鳴沢鉄橋付近
盛土天端の亀裂

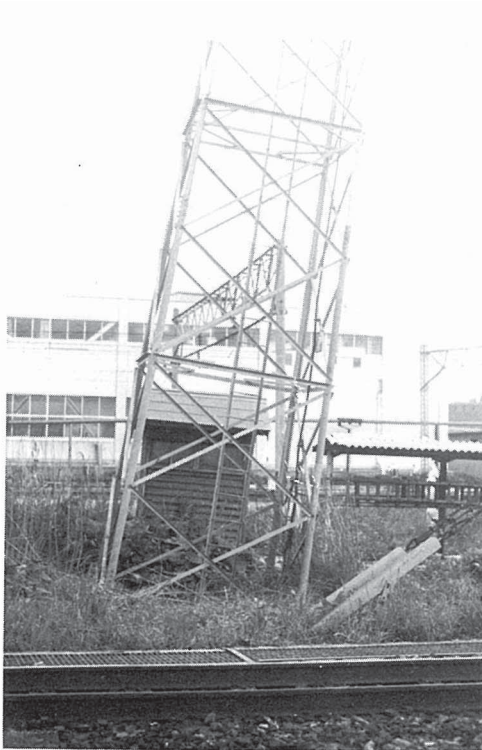


写真 9-14

国鉄青森駅構内
照明塔の傾斜



写真 9-15

国鉄青森駅構内
線路沿いの噴砂，陥没



写真 9-16

国鉄青森駅構内
建物の不同沈下による傾斜



写真 9-17

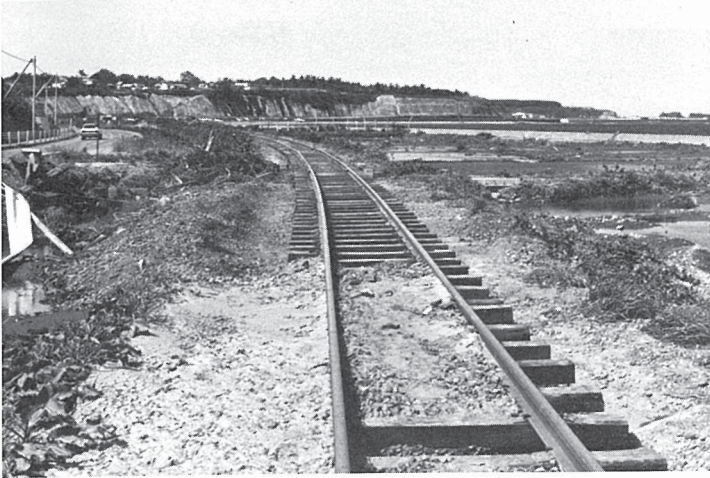
国鉄青森駅構内
プラットフォームの沈下



写真 9-18

国鉄青森駅構内
プラットフォームの破損

写真 9-19



五能線鱒ヶ沢-深浦間
津波による線路の埋没

写真 9-20



五能線岩木川鉄橋
橋脚が約10cm傾斜

写真 9-21



同上

10 その他

その他、目にとまったいくつかの被害について列挙してみる。

写真10-1は八郎潟中央干拓北部排水機場にある変電設備の被害を示している。ここでは§6で前述したように、反対側に向かってスベリが生じており、これにともなって不等沈下を生じていた。

写真10-2は津波による被害の一例を示している。今回の地震では津波により多くの人命が失なわれたが、調査にまわった時でもまだ捜索活動が続いており、いくつかの港では写真にみられるように漁船が陸にうちあげられたまゝであった。

宮城県沖地震ではブロック塀の倒壊により死者が多く出て問題となったが、今回の地震でもあちこちで写真10-3にみられるような倒壊が生じていた。

写真10-4は煙突が破壊した状況を示している。また、写真10-5は水田に生じた噴砂を示している。水田ではこのような被害に加えて、丁度田植え直後であったため、苗が浮き上ってしまう被害が多く生じていた。

なお、能代市、男鹿市などでは水道、ガス施設が甚大な被害を受けていた。

写真 10-1

八郎潟中央干拓
北部排水機場での
変電設備の被害

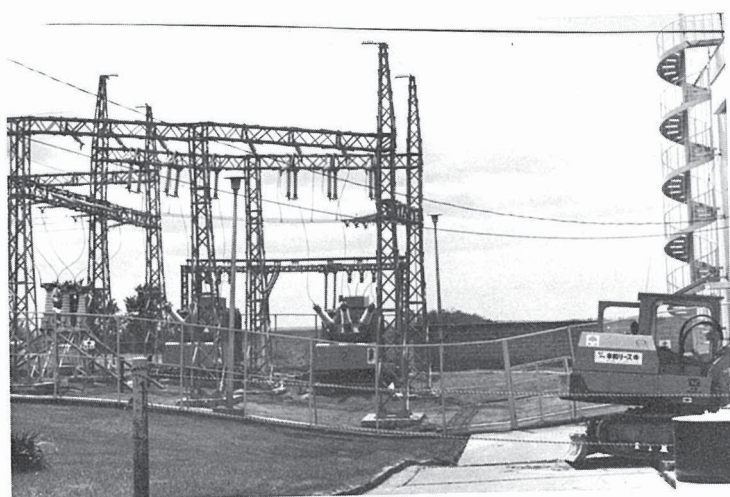


写真 10-2

青森県西津軽郡深浦町
で津波により打ち上げられた
漁船

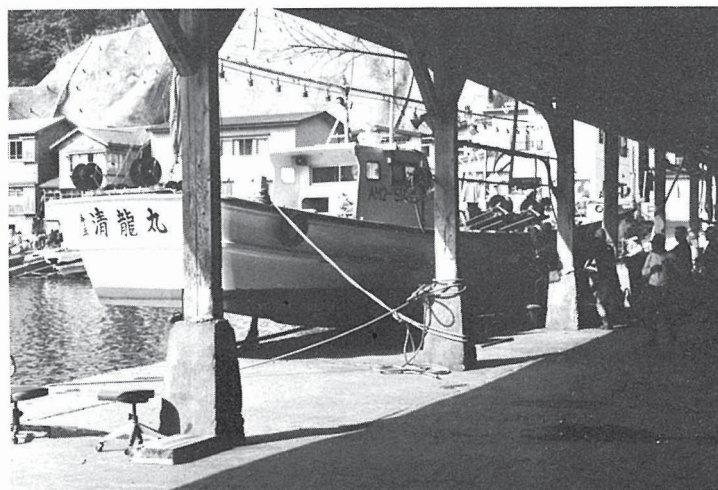
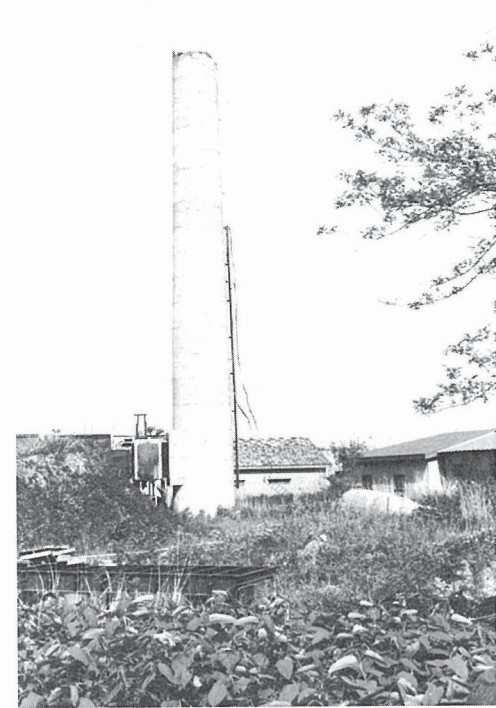


写真 10-3

青森県西津軽郡
鱒ヶ沢町での
ブロック塀の破壊



写真 10-4



秋田県能代市中川原での
煙突の倒壊

写真 10-5

秋田県二ツ井町富根一羽立
での水田における噴砂
(旧河道)



1 1 . 液状化についての考察

(1) 液状化発生範囲

以上見てきたように、今回の地震では秋田市から青森市にかけて広範囲に液状化を生じた。噴砂が見られた地点は別添の被災位置図に示してあるが、大雑把にそれらの位置をまとめて示すと、図 1 1 - 1 となる。

栗林、龍岡は明治以降の 4 5 個の地震の際の液状化履歴を調べ、マグニチュード M の地震に対する液状化範囲 (半径 R km) にはある関係が成り立つことを示している*)。そこでは平均的な関係式と限界的な関係式が得られているため、今回の地震に対する両予想範囲を試算してみると、図 1 1 - 1 の曲線となる。これから、既往の地震と同様の範囲で今回も液状化を生じていたことがわかる。

(2) 液状化と地形の関係

従来の地震と同様に、今回の地震でも埋立て地で液状化が多く発生している。この中には海岸を埋立てた秋田港・青森港以外にも、男鹿工業高校や新屋敷のように陸上の沼を埋立てた場所で液状化が多く発生したことが、今回の特徴と言えるであろう。

人工地盤以外では、後述する富苑の砂丘間低地の自然堆積地盤でも液状化を生じている。

(3) 噴砂百景

噴砂にもいろいろな顔がある。代表的なものを見ていただくと写真 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 となる。

さて、今回の地震では世にも不思議な巨大な“おばけ噴砂”が生じていた。

*) 栗林栄一・龍岡文夫: Brief Review of Liquefaction during Earthquakes in Japan, 土質工学会論文報告集, Vol. 1 5, No. 4, 1 9 7 5 .

写真 11-7～11-9 および 11-4 がそれである。寸法を測定してみると図 11-2 に示すように、噴砂孔だけで直径 7 m もあり、噴出した砂は直径 24 m にも及んでいた。また、表層に堆積したロームは約 10 cm 角のブロック状になり、これも飛び散っていた。ものすごい噴出の仕方をしたのであろう。そこは青森県西津軽郡車力村富苑で、小高い丘を上がった所の砂丘間低地である。なぜこのような巨大な噴砂が生じたのであろうか？ 図 11-2 (C) は噴砂孔内の壁の状況を示しているが、表層に堅いロームおよび、シルト混り中砂の層が堆積している。一つの考え方としては、この堅い層があったため、過剰間隙水圧はこれらの層の下部に滞り、たまりたまったところで、強烈な力でこれらの層を打ち破ったものと推論されよう。なお、中間にある粗砂は、下部からシルト混り中砂を破ってここにあがり、さらに上層をおしあげて、ここに堆積したものと考えられる。

次に、今回噴砂を生じたいくつかの地点で、噴砂丘の中腹から砂を採取し、粒度試験を行ってみた結果を示すと、図 11-3、表 11-1 となる。

(4) 液状化と構造物被害の関係

今回の地震で明らかに液状化に起因して被害を受けたと推定される構造物をまとめなおしてみると、

- a) 干拓堤防
- b) 港湾施設
- c) 建築物
- d) 小型タンク
- e) ガソリンスタンドのタンク、防火水槽
- f) 河川堤防
- g) 道路

となる。また、被災原因を分けてみると、

- i) 地盤の液状化による強度低下により、構造物が被害を受けたケース
 - ii) 地盤全体が地すべりの的に動き、その上の構造物が被害を受けたケース
- の両者が生じていた。特に ii) のパターンがいくつか見られたのは特徴的である。

逆に、地盤は液状化したにもかかわらず、構造物自体は被害を受けなかつ

た例もいくつか見うけられた。例えば男鹿工業高校の3階建て校舎が挙げられる。特に今回の地震では、§1に前述したように、調査地内の地震動はそれほど大きくなかったようであり、震動のみによる建造物の被害はほとんど生じなかったと言えよう。したがって、地盤が液状化しても基礎さえしっかりしておれば、確かに被害を受けなかったのであろう。これだけ広範囲にまた大規模に液状化が生じたのは、新潟・十勝沖地震以来である。液状化と建造物被害の関係は今後関係各機関で詳細に調べられると思われるが、それにより耐震設計がより進歩することが期待される。

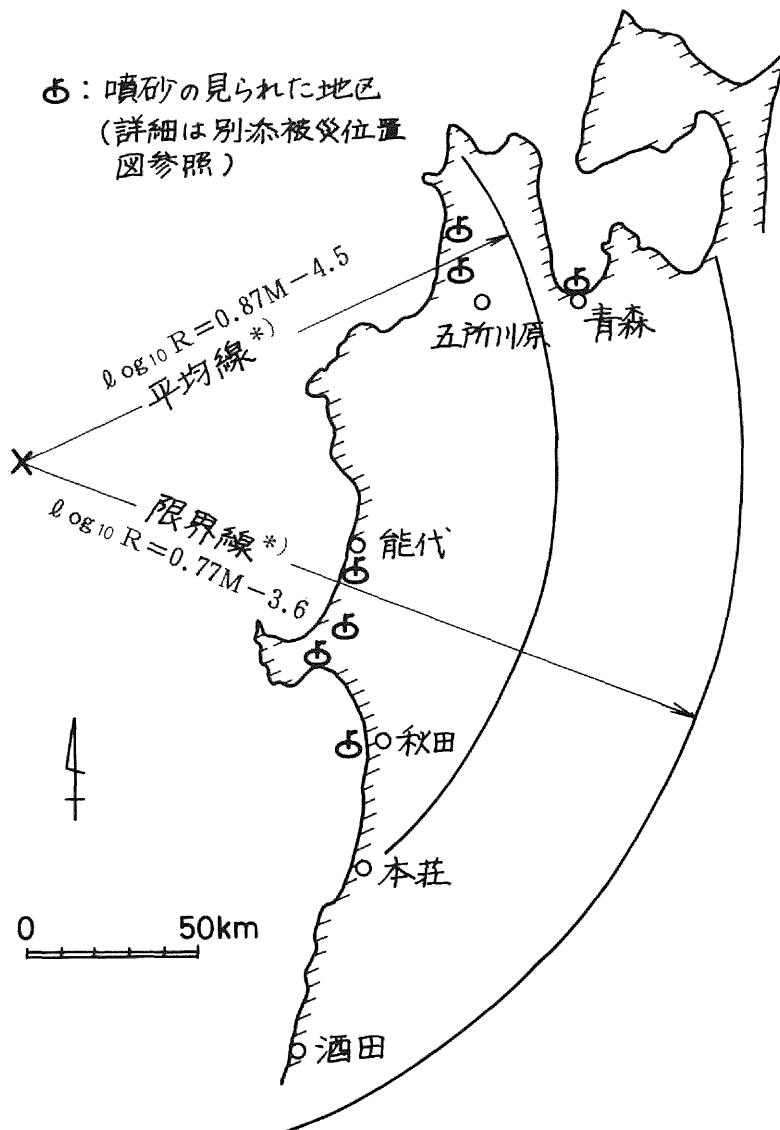
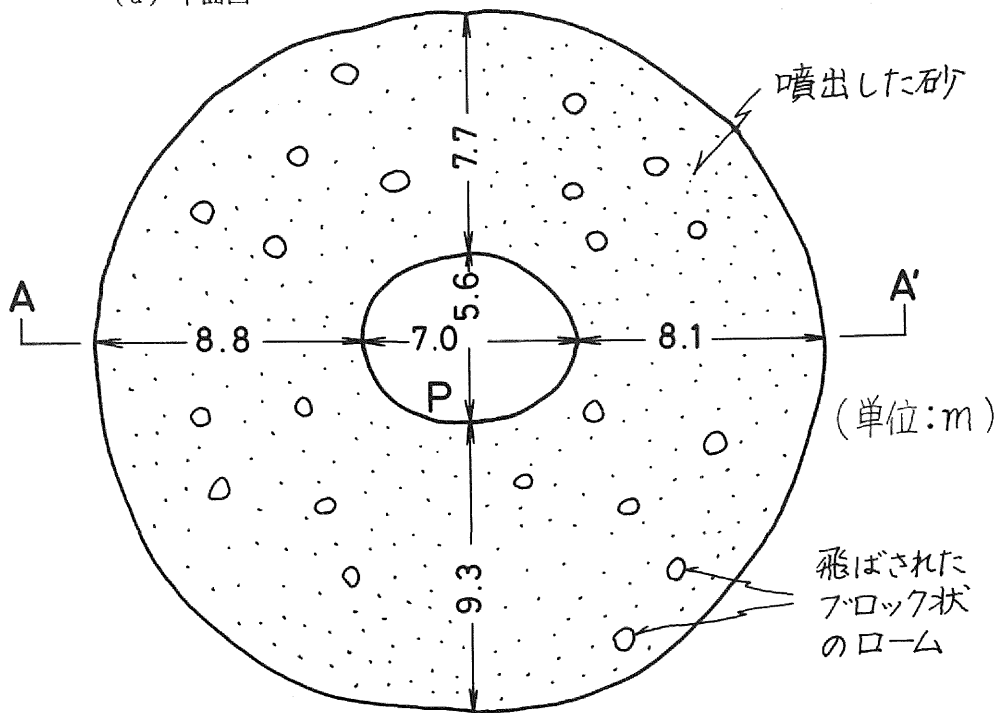
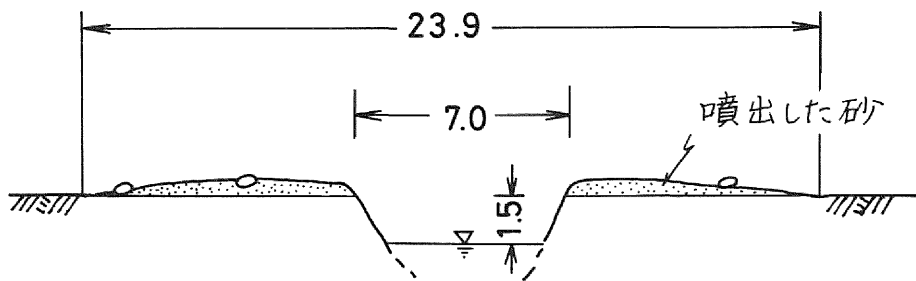


図11-1 液状化発生範囲

(a) 平面図



(b) A-A推定断面



(c) P点の噴砂孔壁の詳細断面図

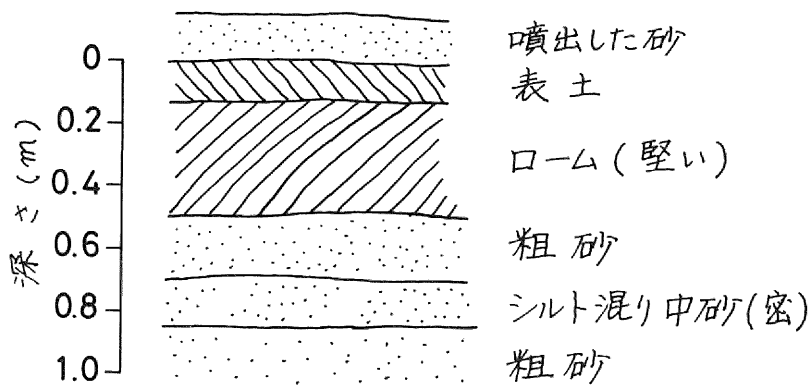


図11-2 最大の噴砂

表 1 1 - 1 噴砂採取位置

番号	採取位置	番号	採取位置
1	船川街道	M-2	車力村田んぼ
2	船越、防潮水門付近	M-4	青森駅
3	男鹿工業高校	M-5	岩木川左岸豊川小
4	八郎潟西部堤路面	M-6	青森駅
5	” のり肩	M-8	岩木川右岸藻川
6	” 最西区間	M-9	十三橋橋台直下
7	五明光橋	M-10	青森の石油タンク
8	八郎潟西部堤五明光橋北	M-12	”
9	八郎潟東部堤の北端付近	M-13	岩木川右岸藻川
2-1	秋田港、土崎	M-14	” 家調
2-2	秋田港、外港	M-15	” No. 8 8
2-3	”	M-16	” 藻川
2-4	八郎潟正面堤	M-17	十三湖畔道路
2-5	”	M-19	車力村富菴(養魚場傍)
2-6	” 南東端	M-21	十三湖畔道路
2-7	” すべり箇所		
2-8	八郎潟北部排水機場		
2-9	能代市河戸川		
2-10	能代港		
2-11	車力村牛潟		
2-12	” 富菴巨大噴砂 (外)		
2-13	” ” (中)		
2-14	” ” (内)		

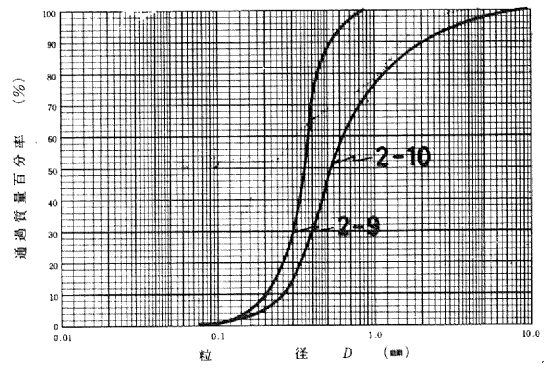
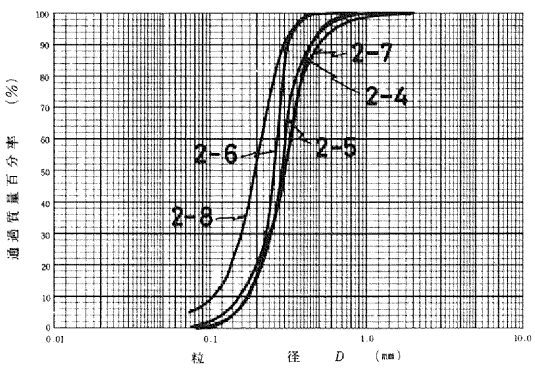
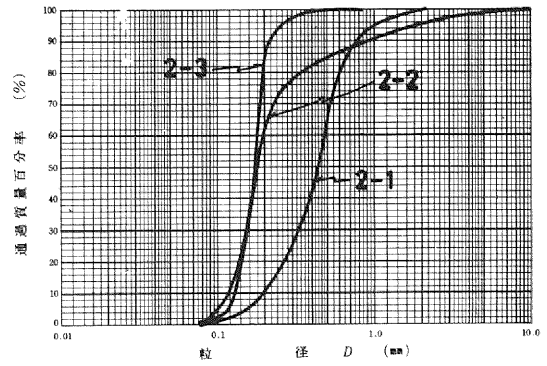
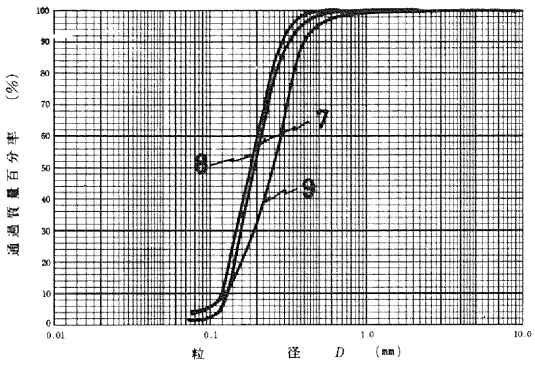
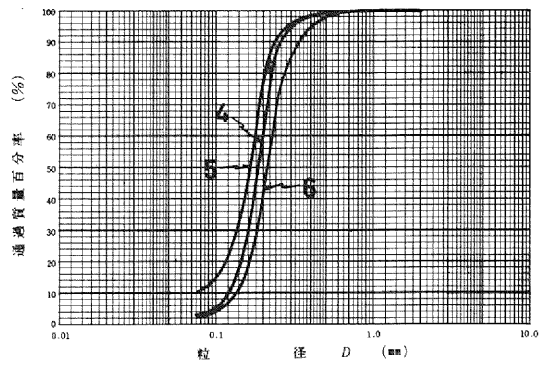
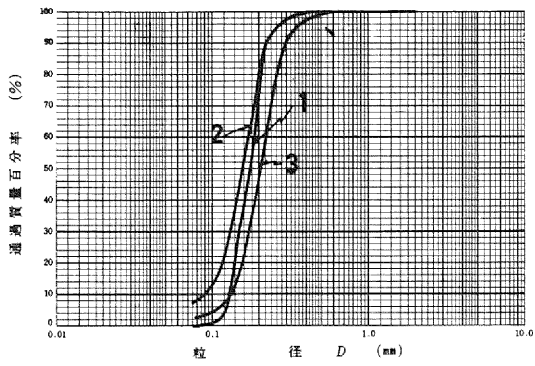


図 1 1 - 3 噴砂の粒度分布 (その 1)

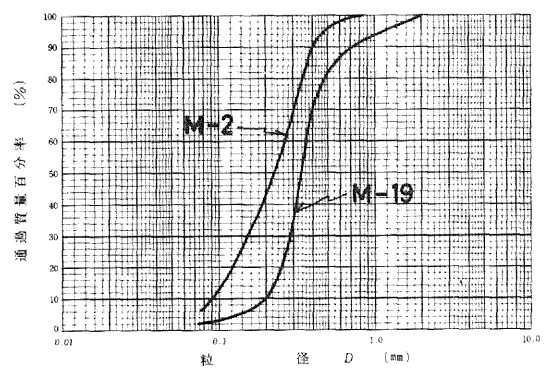
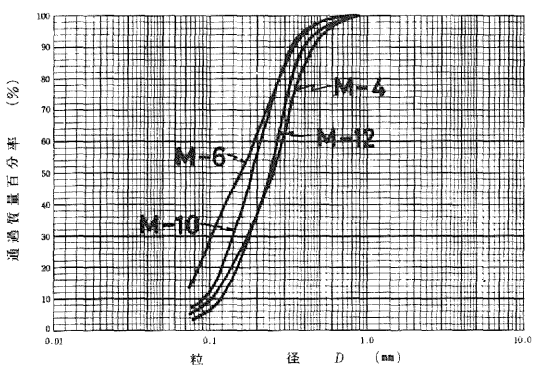
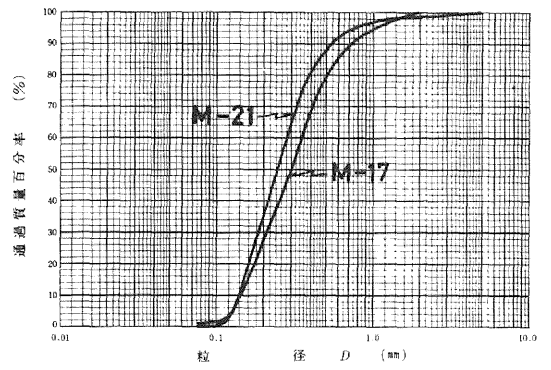
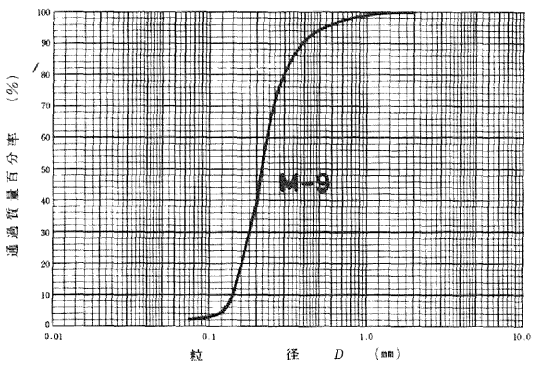
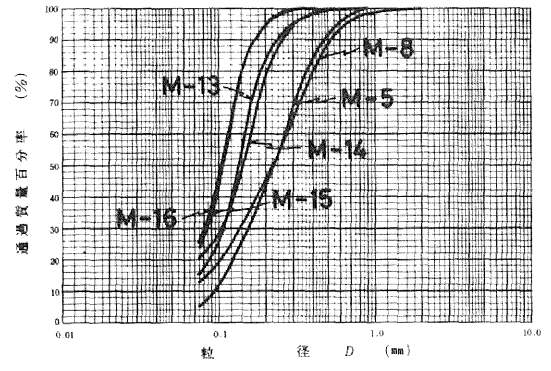
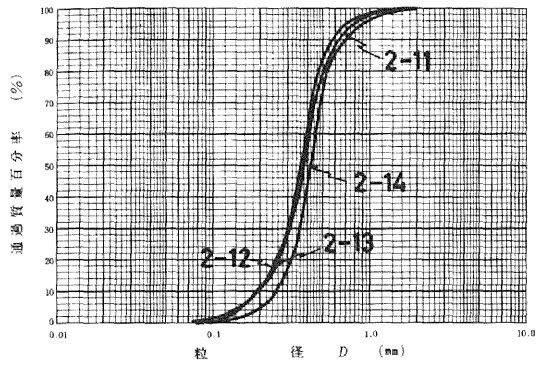


図 1 1 - 3 噴砂の粒度分布 (その 2)



写真 11-1

噴砂孔百景 (その1)
“秋田美人型”
八郎潟堤防

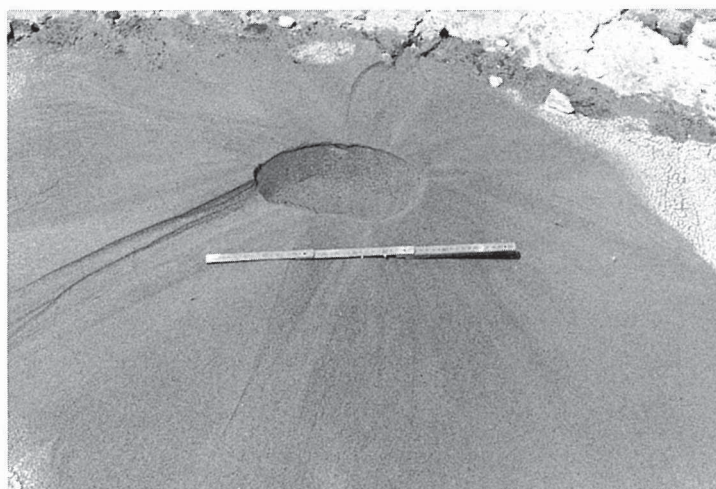


写真 11-2

噴砂孔百景 (その2)
“津軽富士型”
八郎潟堤防



写真 11-3

噴砂孔百景 (その3)
“海底火山型”
八郎潟堤防

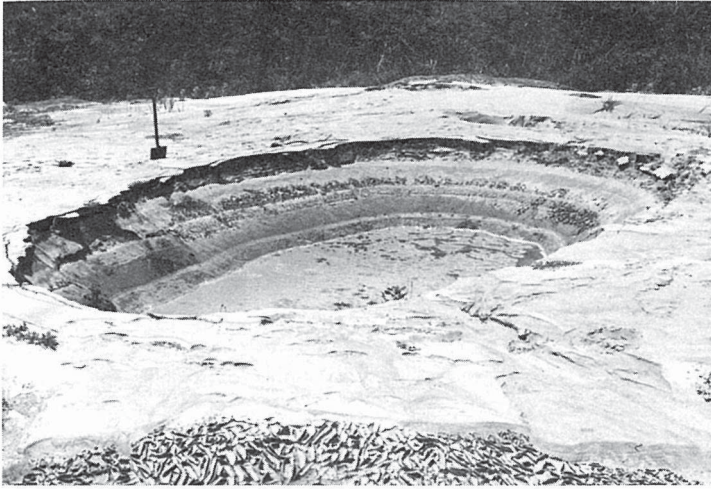


写真 11-4

噴砂孔百景（その4）
“コロシム型”
富范



写真 11-5 噴砂孔百景（その5）

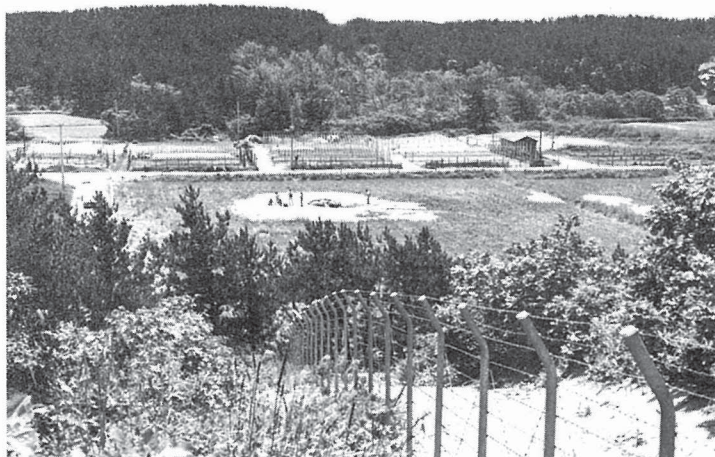
“ゾウリ型” 男鹿工業高校



写真 11-6 噴砂孔百景（その6）

“足あと型” 富范

写真 11-7



青森県西津軽郡
車力村富蒔に生じた
おぼけ噴砂群

写真 11-8



最大の噴砂孔

写真 11-9



同 上

あとがき

地震による各種構造物の被災状況を調べる。……それも地震発生後出来るだけ早く！ ……そこには被災された方々の悲しみがあり、応急復旧作業に懸命な方々がおられる。

その中で、私達が調査し、この小文を報告するのは、被災状況を極力「生」の形でとらえ、今後の計画へ調査・設計・施工等の各段階でとるべき対応策に反省すべき部分を見付け出し、ささやかな警鐘を鳴らしたいとの気持からである。

今回の調査は、限られた範囲しかカバーされていないが、津波による被害を除けば「震災は地盤の悪い部分に集中して現われる」といった極く当り前の事と、条件は被災箇所と大差ないのに立派に機能している部分も多く「適切な耐震設計の効果」にも自信を持てた事等が印象として残る。

被災地の復旧が一日も早からんことを願うと共に、今回の調査にあたって御同行、御指導いただいた下記の方々に御礼を申し上げます。

- ・石原教授、龍岡助教授、山田氏、後藤氏、坂元氏……東大
- ・木賀氏、大門氏、神保氏、永井氏、桜井氏……住宅・都市整備公団
- ・陶野氏……公害研、社本氏……清水建設、橋田氏・山崎氏……東工大
- ・吉田氏……佐藤工業

また、現地での聞き取り調査にあたり御教示いただいた多くの皆様に感謝いたします。(建守記)

昭和58年6月3日

お詫び

国道7号線の昭和バイパス、能代南バイパス及び雄物川河川施設などでは、その後の調査結果によりかなりの被害が認められたので、ここにお詫びして訂正いたします。

被災位置图

1 : 200,000



被災位置図

1 : 200,000

