

32. 昭和39年5月7日の男鹿北西沖地震踏査報告

地震研究所 南雲昭三郎

(昭和39年5月26日発表—昭和39年7月31日受理)

1. 緒言

昭和39年(1964)5月7日午後4時58分頃、男鹿半島北西沖に地震が起り、八郎潟干拓堤防の一部にかなりの被害を生じ、また八郎潟周辺に小被害を生じた。気象庁の再検測の値によれば、震源地は北緯 $40^{\circ}20'$ 、東経 $139^{\circ}00'$ 、深度0 km、マグニチュード6.9である。翌5月8日午前5時13分頃余震が起り、干拓堤防の被害が一部拡大した。

今回の地震は八郎潟およびその周辺に対しては、震央距離約90~120 kmという遠い所に起つた比較的大きな地震とみなされる。それで大きい地震が遠い距離においてどのような被害を生ずるものか、また近年その造成が盛んである海湾干拓、埋立地帯における干拓堤防にどのような被害が生ずるものかという問題に対して貴重な資料が得られるのではないかという期待をもって現地踏査に赴いた。

2. 地震動

地震のために災害が発生した場合、その災害地点にどの程度の地震動が作用したかという問題は、先ず提起される第1の問題であろう。

今回八郎潟の災害地点における地震計記録は得られていないが、幸いなことに気象庁秋田気象台において1倍強震計記録が見事にとれていた。気象庁の好意により、そのコピーを第1図に示す。この記録によると、水平動南北成分S相の全振幅は約40 mm、周期約3.2秒であり、主震動位相の振幅は約20 mm、周期約5~6秒である。上下動成分の最大全振幅は約20 mm、周期約3秒である。水平動全最大加速度は約12 galとなる。秋田気象台は砂丘の小高い丘の堅い地盤の上に位置している。したがってここに記録された地震動は、表土層の影響もあまり受けない平均的な震動と考えてよいと思う。

次に八郎潟における地震動と、秋田気象台において記録された地震動との関係はどうであろうか。震央距離は秋田気象台において約120 km、被害の著しかった八郎潟西部承小路堤防において約90 kmである。したがって振幅は距離の二乗に反比例して減衰するとすると、八郎潟周辺における地震動は秋田気象台のその約1.8倍となる。八郎潟周辺における地震動の聞き取り結果は、被害の起つた地点の民家においても棚の物の落ちない所が多く、またあまり長く大きく横ゆれするので戸外へ出たという程度であつた。また墓所、神社などにおいて墓石、石灯籠その他移動し易い物件の状況をみて廻つたが異常はほとんど認められなかつた。次に秋田気象台と八郎潟とにおける地盤の差による震動の差は如何

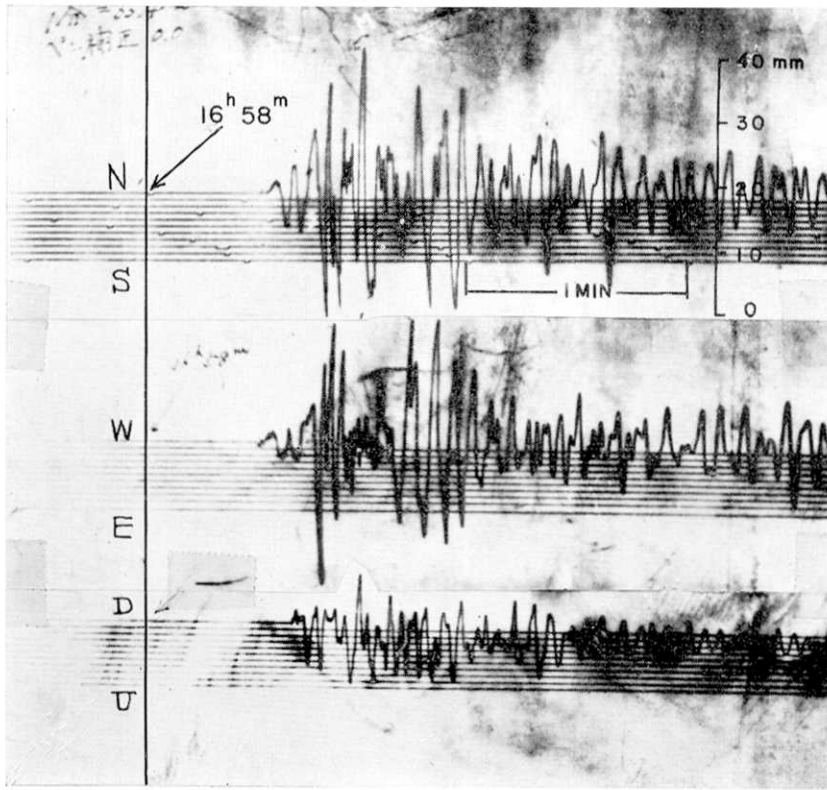


Fig. 1 秋田気象台において51年型1倍強震計で取られた主震の記録 (気象庁提供)

	To.	h	倍率	Friction
NS	5.0	0.62	1	.0038
EW	4.84	0.60	1	.0025
UD	4.64	0.52	1	.0300

程であつたらうか。この問題は今後の実測によつて究明されるべきものであるが、東京における本郷と下町とにおける地震動の比較観測結果¹⁾から類推すると、地盤による最大動振幅差は大きく見積つて 1.5~3 倍程度と考えられる。

以上のことから、八郎瀧周辺においては、第1次的地震動としては秋田気象台のその約 1.8 倍程度の、すなわち 22 gal 程度の地震動が作用し、軟弱地盤においては第2次的地震動としてその 1.5~3 倍程度のものが作用したのではないかと推定される。

1) Subsoil Research Team, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **33** (1955), 471~545

3. 八郎潟周辺における被害

今回の地震による被害の分布を第 2 図に示す。以下その内確認した状況を記す。

八竜村

芦崎部落において民家の全壊 2 戸半壊 1 戸一部破損 10 戸の被害があつた。その被害を受けた建物は新築家屋を含み (Fig. 9), 細長い带状に沿つて連なり, ほぼ北西 $N75^{\circ}E$ の方向に長さ約 400 m にわたつて続いていた (第 3 図参照)。その带状地帯が県道と交つた所

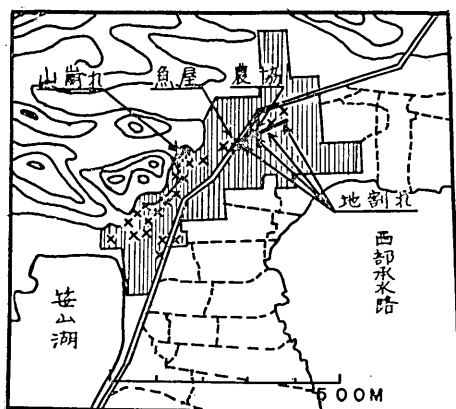


Fig. 3 八竜村, 芦崎の被害家屋の分布 (八郎潟北部干拓建設事務所提供) 細長く带状に連なっている, 県道と斜横断する亀裂を生じた。

では, その方向に道路を斜に横断した亀裂が生じていた。この地割れは農協倉庫前の広場を経て点々と追跡された。

浜田部落日向山ふもとにおいて民家全壊 1 戸, 半壊 1 戸, 一部破損 3 戸の被害があつた。旧い家屋が多かつた。床下から湧水し, 土台が不同沈下を示していた。大口部落に小さな崖崩れがあつた。大曲部落において地入り地があつたが, 今回の地震に際しては特に変化は認められなかつたことである。この八竜村は八郎潟干拓堤防北辺に関係があると思われたので, 浜口中学校斜向いの神社および墓場を訪れ物件の移動状況を調べてみたが異常は認められなかつた。

琴浜村

玉の池において部落一面に湧水がみられ, 床上浸水 1 戸, 床下浸水 26 戸, 畑の地割れ, 苗代の冠水などがあつた。このため不同沈下による民家の一部破損が 36 戸に及んだ。倉庫兼作業場のコンクリートたたきがほとんど全部割れたとのことである (Fig. 10)。昭和 14 年男鹿地震でみられたような大きな水平移動²⁾は認められなかつた。五明光において畑に広く湧水, 噴泥があつた。石田河原のぶどう園に (Fig. 12) 湧水があり, ぶどう棚のコンクリート柱が長さ約 2 m のものが約 1 m 以上沈下埋没, 傾斜していた。宮沢において溜池の堤が一部破損した。福米沢では湧水が 3 日間も続いた所があつた。鶉木の溜池の土手に大きな亀裂が生じた。野石の道路わきの墓所において物件の移動を調べてみたが異常は認められなかつた。

天王町

簡易水道配水管に亀裂があつたとのことである。その地点は沼の埋立てた所に当たっている。

2) N. MIYABE and R. TAKEI, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **17** (1939), 638~649.



Fig. 2 八郎洞周辺および干拓堤防の被害分布図

- | | | | |
|-------|-----------|------|--------------|
| 中細実線: | 干拓堤防 | 斜線部: | 干拓堤防被災部分 |
| X 印: | 家屋被害のあつた所 | 卍 印: | 墓所 |
| 卍 : | 神社 | 等深線: | へドロ層の厚さの等層厚線 |

昭和町

役場隣の民家において湧水があり、民家の土台に亀裂が入っていた。また馬踏川流路改修箇所において1戸土台沈下約 30 cm による損破があつた。

井川村

老朽指定校舎井川西小学校に一部被害があつた。役場横の簡易貯水鉄塔にひびが入つたが使用に差支えはなかつた。その附近は埋立地とのことであつた。また近くの墓場において墓石を調べた所僅か 2～3 mm 移動した痕跡が一部認められた。

その他八郎潟町、飯田川町、潟丘町においては被害は報ぜられなかつた。

男鹿市

滝の頭において水道管が一部破損したとのことである。脇本駅の石油資源開発株式会社のパイプライン終点において一面の湧水があり、幅約 10 cm 位の地割れが約 15 m² の広さに生じたが被害はなかつたとのことである。なおタンクの基礎は約 10 m 迄支持柱が打込まれているとのことであつた。

申川油田

集送油関係で、震動によつて倒れ易い構造物が多いにもかかわらず被害はなかつた。施設は海に面した砂丘の上に設けられている。また地震によるガス、石油の生産量の変化は認められなかつたとのことである。

鉄道関係

今回の地震は振動が可成り大きかつたので地震後全線一時運行を停止し、路線状況も検査したとのことである。その結果、道床亀裂、路盤変状が多数報告されたが運行に支障を来す程度のもは少く、全線 2～3 時間後運行が再開された。

第 2 鶴形トンネル (Fig. 11) 出口は拱門から 15 m にわたり拱頂部に幅 20 mm から 80 mm の亀裂を生じた。このトンネルは明治 33 年完成のものであり、トンネルのすぐ傍を切通して国道 7 号線が昭和 39 年 3 月に竣工したばかりであり、昭和 38 年国道工事中トンネルにセメント裏注入を一部行つたとのことである。トンネルの上部は昔の地入り跡が数段みられた。これらの状況から地山は極端に不安定の状態にあつたと考えられる。

営林署関係の被害は無かつたとのことである。

以上八郎潟周辺の被害を通観してみると、おおむね、旧河川、沼地などの埋立地 (井田川村、天王町、昭和町) と老朽建物と悪い条件が重なつた所に被害が報ぜられている程度である。これに対して芦崎、玉の池の被害は必ずしも老朽家屋、軟弱地盤というわけでもなく、むしろ被害のあつた所の地盤が特別の運動を生じたと考えた方が妥当のように思われる。

これらの被害の力学過程を考察してみると、ほとんどの被害は、地震動によつて建物が振動し、破壊したというものではなく、建物基礎の支持力低下が起り、土台の不同沈下によつて破損したと考えられるものであつた。

地震時の支持力低下は地盤全体としての支持力低下と、構造物と地盤との接触部に発生する局所的な支持力低下とに分けて考えられる。前者は一面の湧水、噴砂 (玉の池) によつ

て示され、後者は不同沈下によつて示される。

地盤の力学模型として多孔性媒質を考へ、破壊条件として Coulomb-Mohr の条件が成立つと仮定すると、Hubbert and Rubey³⁾ が示しているように、内部摩擦角の値は間隙水圧の増加に伴つて減少してゆく。土質力学の安定計算によると内部摩擦角が小さくなると共に構造物基礎の安定性は失われてゆく。地震時における間隙水圧の増加の機巧としては、地震波動、地盤の振動、構造物と地盤との接触部における局所的集中応力、大きな変形、およびそれに伴う地盤の圧密などが考えられる。今回の地震においては地震動としては被害を生ずる程激しかつたとは考えられないので、間隙水圧は専ら局所的集中応力、大きな変形およびそれに伴う圧密によつて生じたものと思われる。従来地盤が悪いと被害が大きいといわれていることの力学的過程としては、共振現象の考え方が大きかつたように思われる。しかし、そこにはもう一つの力学過程があるのではなからうか。すなわち、地震時に大きな変形、圧密によつて媒質内の間隙水圧が増大し、内部摩擦角の値が減少し、地盤の支持力が低下していくという力学過程が考えられる。今回の八郎潟周辺被害は、比較的大きい地震の遠い地点における被害であつたために、このような現象が明瞭に浮び出たものと思われる。今後不同沈下にみられる接触部における大きな変形応力集中には特に留意すべきであらう。

4. 八郎潟干拓堤防の被害状況

§ 4.1 八郎潟干拓計画の概要

八郎潟干拓計画は、資料⁴⁾によれば次の通りである。すなわち第4図にみられるように総面積22,173 haの内、中央干拓地、周辺の東部、南部、西部、北部の四地区に周辺干拓地を設け、残余の水面を調整池、東部承水路、西部承水路とするものである。中央干拓地は正面堤、東部承水路堤および西部承水路堤の堤防で囲まれ、その総延長は約52 kmである。地区内の排水は、南北を貫く幹線排水路を設け、これを通じて南部および北部の排水機によつて行なわれる。調整池は船越水道に設けられる防潮水門によつて外海と遮断され、淡水化されて、干拓地および一部周辺既耕地の用水源となる。同時に潟流域688 km²からの流出水は調整池および承水路で一時調整され、防潮水門を経て日本海に排除される。正面堤および東部承水路右岸堤の築堤線はいわゆる軟弱地

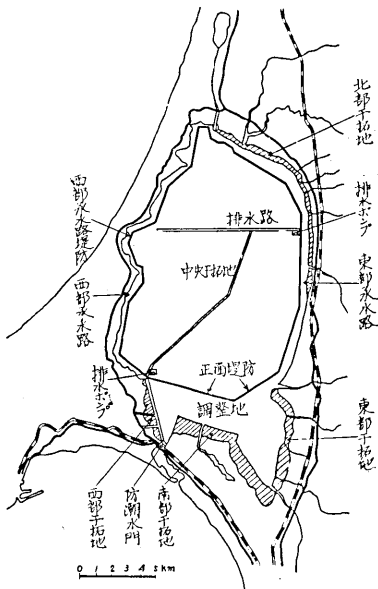


Fig. 4 八郎潟干拓計画の概要図
(八郎潟干拓事務所提供)

3) HUBBERT, M. K. and RUBEY, W. W., *Bull. Geol. Soc. Amer.*, **70** (1959), 115~166.

4) 農林省八郎潟干拓事務所資料

盤でへドロ層が深いので、砂置換，サンドベット工法による基礎処理が行なわれ、広い断面が与えられた。西部承水路堤防の築堤線はおおむね砂地盤であり、また流入河川がなく最高水位が低いので堤体断面は小さく設計された。第 2 図の潟内等深線図は軟弱層深度を米によつて示したものである。そこにみられるように西部承水路堤防の北部には軟弱地盤層がある。そこでは軟弱地盤に対応する堤体の設計，砂置換などの基礎処理が行なわれた。今回の地震による被害は主にこの西部承水路堤防の軟弱地盤の地域に起つていものである。

なお、昭和 38 年 11 月に堤防締切が終り、干陸が開始され、地震時昭和 39 年 5 月 7 日にて、西部承水路の水位は+0.40m，中央干拓側の水位は-1.37mでその差は約 1.8mであつた。

§ 4.2 被害の概要

昭和 39 年 5 月 7 日午後 5 時頃の主震および翌 8 日午前 5 時 13 分頃の大きな余震によつて、干拓堤防の一部に、沈下，堤体破壊などの被害が生じた。被災箇所は第 2 図に示すように、西部承水路堤防においては WC 9 附近から WC 16+460 附近の間約 7.5 km，野石に通ずる 5 号道路，五明光に通ずる 4 号道路 および WC 19+600 から WC 20+700 附近の間約 1 km，および WC 2+700 附近，WC 2+900 附近，WC 0+500 附近である。正面堤は、FD 6 のコーナー附近および FD 7+100 附近，東部第 1 工区は EP 1 の一部約 300 m である。

被害の主な形式は天端および盛土の沈下，土止め柵工の変形，堤体および斜面保護工の破壊である。被害の詳細については農林省八郎潟干拓事務所によつて調査が行なわれ、調査資料が整えられてあるので、以下筆者の注目した沈下破壊状況について記述する。

§ 4.3 一般のおよび周期的沈下

西部承水路堤 WC 9 附近から WC 16+400 附近の間，および WC 19+600 から同+700 附近の間では約 1 m から最大 1.7 m におよぶ全般的な沈下を示した。その内特に WC 11+600 附近，WC 13+200~400 附近では約 100~200 m 程度の間隔をもつて周期的沈下がみられた。Fig. 13 は WC 11+600 附近の周期的沈下を湖岸の釜谷地附近から遠望したものである。Fig. 14 は WC 13+200~400 間の最大沈下ヶ所を WC 13 附近からとつたもの

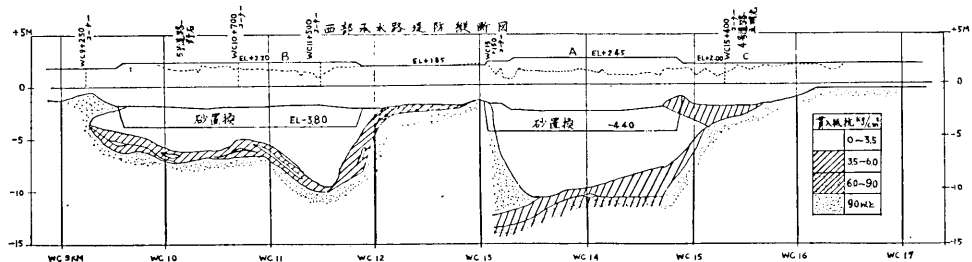


Fig. 5 西部承水路堤防縦断面図，(八郎潟干拓事務所提供)

へドロ層部分は砂置換が行われている。実線は地震前の天端標高を示し、点線・・・・は地震後の天端標高を示す。実線の天端標高の階段的变化は堤体断面形式の変化によるものである、へドロ層部分で全般的な沈下，地盤の移行部において著しい沈下が生じている。A, B, C, は第 6 図に示すように堤防断面の種類を示す。

である。Fig. 5 は八郎潟干拓事務所において地震後作成された西部承水路堤の縦断図の一部である。天端の沈下と土質との関係が良く示されている。Fig. 6 は堤体形式を示したものである。

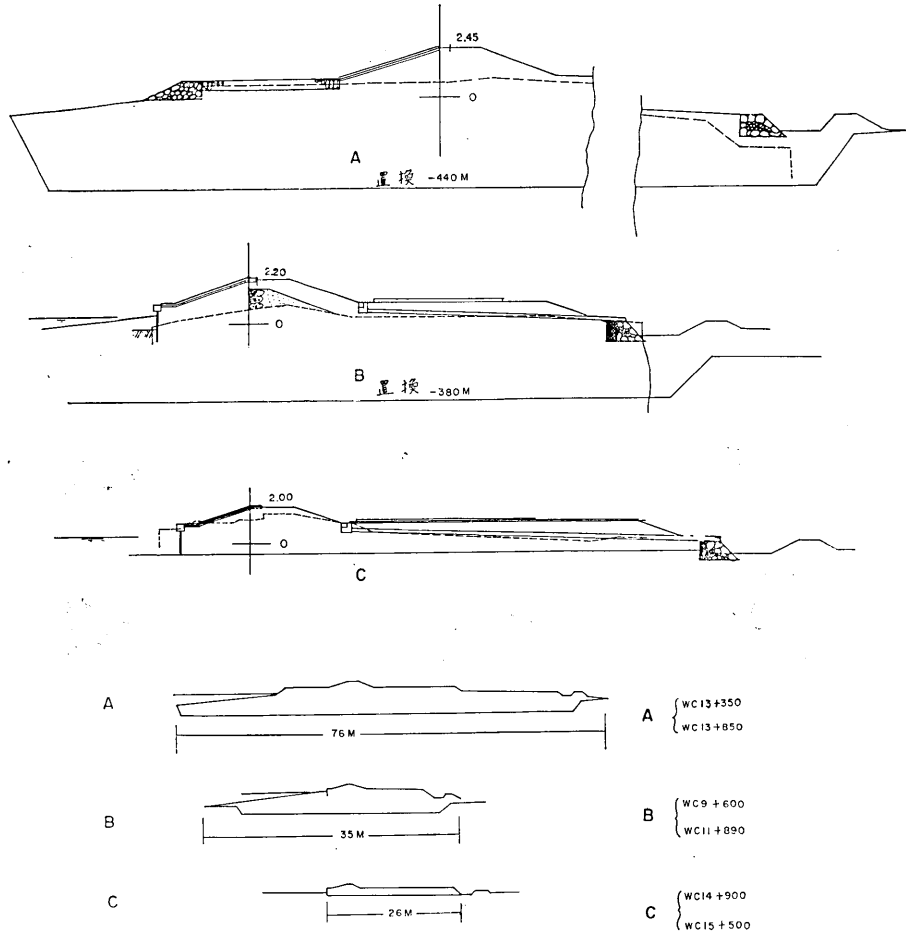


Fig. 6 堤防断面図 (八郎潟干拓事務所提供)

点線は地震後の断面を示す。ヘドロ層の厚さによつて砂置換の深さ、天端の高さ、堤体の中等の形式を A, B, C, のように変えている。

これらの全般的沈下はヘドロ層の厚い部分に生じている。堤体斜面の破壊、それに伴う天端の著しい沈下は、砂地盤からヘドロ地盤へ急に移行する部分に生じている。またその場所は同時に堤体形式が変わつている部分にも該当し、また堤防の屈曲コーナーにも当たっている。周期的沈下も砂からヘドロへの移行部に生じている。堤体の状況は、堤防盛土が全面的に沈下し、特に天端が著しく沈下し、斜面保護のアスファルトは全面的に波うちクラック、肌離れなどを生じている。土止め柵は飛出し、道路工にはほとんど全面にクラック

クが発生していた。また干陸側低湿部には砂および水の噴出跡が多数みられた。

その外 20~30 m 程度の間隔をもち、約数十程程度の天端の周期的沈下が東部第 1 工区に認められた。また WC 2 附近のコーナー近く 1ヶ所だけ土止め矢板を押し出した天端の沈下がみられた。

§ 4.3 交叉沈下

WC 13+400~600 附近において、Fig. 15 に示すような交叉する沈下現象がみられた。この沈下の状況を模式的に第 7 図に示した。アスファルト工に斜に亀裂が生じ、それが二

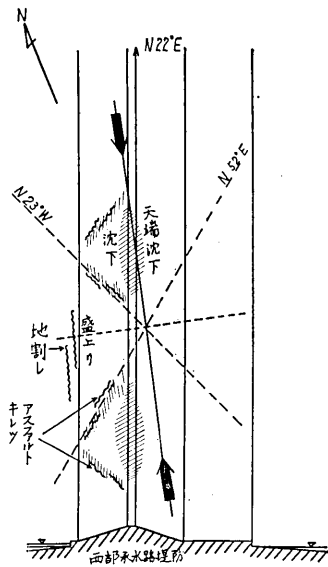


Fig. 7 沈下のクロスセット
(写真 Fig. 15 参照)
亀裂のクロスセットから堤防方向に圧縮応力が働いたと推定される。

つの方向をもつて交叉し、その間が一方では沈下し、一方では側方へ押出されて、押盛土に地割れが生じ盛上っている。この亀裂を一組の交叉する破断面と考えるとその破断面角を求めてみると 75° となる。Coulomb-Mohr の破壊条件から内部摩擦角を求めてみると 15° となる。また主応力の方向は破断面角を二等分して第 7 図の点線に示すようになり、1つの主応力がほぼ堤防の方向と一致する。また側面への押出し、および破断面の鋭角の方向から考えて、堤防方向に圧縮応力が作用したと判断される。このような方向に圧縮応力が生ずる機巧としては堤体の大きな撓み変形 Pitching に類似した堤体の縦振動などが考えられよう。

§ 4.4 正面堤コーナーの亀裂

正面堤の東側、FD-6 のコーナー 附近 においても堤防に直角に中約 3 cm 程度のクラックを生じ、盛土斜面保護工アスファルトに約 5 cm の段違いをもつクラックがみられた (Fig. 16)。またコーナーの内側に二条の亀裂が認められた (Fig. 17)。また調整池側小段に水・砂の噴出した跡が数ヶ所みられた。この亀裂を破断のクロスセットと考えて図示すると第 8 図のようになる。破断面の二等分線から主応力の方向が求められる。鋭角の方向から考えてこの亀裂は堤防方向の引張応力によるものと考えられる。コーナー附近にこのようなクロスセットをもつ亀裂が生じた理由は、堤体振動が生じ、コーナー部が振動の支点の一つとして作用し、応力集中が生じ、同時に FD6+200 附近が大きく沈下したためではないかと考えられる。この地点もまた堤防のコーナー、堤体構造の変わり目、砂からヘドロ層への地盤の移行部の三因子が重っている所である。

正面堤にはこの外、第 8 図に示すように、FD6+500~800 附近の試験堤防において沈下および亀裂がみられた。また FD7 附近において捨石沈下約 50 cm、亀裂、噴砂などがみられた。また資料によれば FD6+100 附近 FD6+500 附近および FD7+0 附近において地震後約 10 cm の天端沈下が測定されている。正面堤の被害が西部承水路堤に

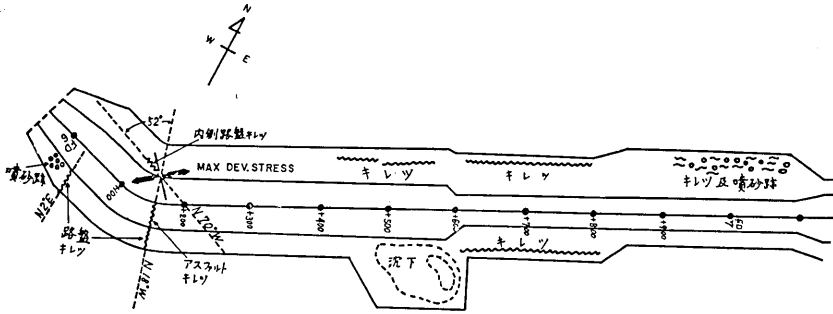


Fig. 8 正面堤亀裂のクロスセツト (写真 Fig. 16 参照)

FD 6 + 150 コーナー附近に堤防の方向に引張り応力が働いたと推定される。
また堤防形式のvari目(変り目)に亀裂, 沈下, 噴砂跡がみられる。

らべて著しく少ないことは, 被害の力学過程の検討に非常に大切な事柄であろう。堤体構造の幅, 高さの差および堤防の直線部分の長さの差などはかなりの意味をもっているのかも知れない。

§ 4.5 盛土斜面の破壊

堤防方向に平行な典型的引裂き地割れが, 4号, 5号道路にみられた。斜面は押出し, 盛土の押へ矢板は飛出している (Fig. 18)。その他コンクリート矢板のアンカーロッドによる盛土斜面の引裂き亀裂, 干陸側の木矢板のアンカーロッドによる道路工の地割れがみられた。矢板の前面に捨石のある所は, 矢板の飛出しは起らなかった代わりにアンカーロッドが抜上つて振動の激しさを物語っていた (Fig. 19)。

§ 4.6 堤体振動と応力集中

以上干拓堤防の沈下, 破壊などの被害を通観してきたが, これら被害の中に, 堤体振動の誘起およびそれに伴う応力集中が生じたと思われる現象が多数認められた。

先ず堤体振動が誘起されたと思われる現象は次の通りである。すなわち (i) 堤防の弯曲するコーナーまたはそこに近い所に亀裂, 噴砂, 沈下の現象がみられること (正面堤 FD 6 附近の亀裂, 東部承水路 ECR 15 附近のコーナーに発生した地割れと噴泥, WC 2 のコーナー, WC 0 + 500 附近, WC 9 + 100 附近のコーナーの亀裂) これらは堤防の直線部分が振動单元と関係し, 弯曲部が異つた振動单元の接合部になるため応力集中が起るのではないかと考えさせるものである。(ii) 最大沈下箇所が, 地盤のvari目(変り目), コーナー附近, また堤体構造のvari目(変り目)に当たっていること (WC 13 + 200 附近, WC 11 + 600 附近) これらは (i) と同じこれらの場所が振動の单元の端末に相当することを示している。

(iii) 天端の沈下の間隔に周期性がみられること (WC 11 + 600 ~ WC 12, WC 13 + 400 ~ WC 14)。これらの周期性は振動のモード, 波長と密接な関係があるのではないかとと思われる。

(iv) 堤防方向と斜に交叉する沈下がみられること, これは堤防の延長方向に圧縮応力が作用したことを示し, Pitching に類似した振動が生じたことを示すものであろう。

(v) 法面の飛出しがいたる所にみられたこと。これは堤体盛土斜面に土止め工の不連続部における著しい振動を示しているものと思われる。

以上の諸点の定量的検討は今後に俟ちたい。次に堤体振動に伴う応力集中のあつたと考えられる箇所は (i) 砂地盤からヘドロ層地盤への移行部, (ii) 堤体断面の変化部附近, 堤防の変曲部附近, (iv) 盛土斜面の土止め柵部分などである。これらはいずれも構造上の不連続箇所に相当し, また同時に堤体振動の単元の端部に相当していると思われる。

従来土質工学における耐震設計は, 斜面の安定, 極限支持力による安定, 擁壁の安定などの安定計算の観点から行なわれているが, 今回の干拓堤防の被害をみると, この他堤体振動およびそれに伴う応力集中も耐震設計上考慮すべき大事な要素であると思われる。地震時にどこにどれだけの応力集中が生ずるかということは, 今後の復旧, 補強についてはもちろんのこと, 一般的に軟弱地盤上に構築される堤防の設計施工において重要な事項であろう。今回の地震は幸いにしてあまり大きいものでなかつたために, 応力集中の発生箇所の指示に極めて有利であつたのであらうと思われる。

5. 要約および結論

昭和 39 年 (1964) 5 月 7 日午後 4 時 58 分頃 男鹿北西沖に起つた地震によつて, 八郎潟干拓堤防の一部およびその周辺の部落に被害が生じた。その調査結果を要約すると下記の通りである。

1. 秋田地方気象台の 51 型 1 倍強震計によつて完全な記録がとられた。S 波位相は周期約 3.2 秒, 全振幅約 40 mm 程度であり主震動位相は周期約 4 ~ 9 秒, 全振幅約 20 mm であつた。
2. 八郎潟周辺地区の被害は地盤の悪い所と老朽家屋との条件が重なつた所に主に生じていた。
3. 琴浜村玉の池における一面の湧水, 八竜村芦崎における細長い線状地域の被害は地震による特異な振動および変形によるものと推定される。
4. 八郎潟周辺の被害は建物振動によるものというよりは, むしろ基礎の支持力低下による不同沈下によるものと思われる。これは大きい地震の遠い地点における特徴の一つであらう。
5. 八郎潟干拓堤防の一部に沈下および堤体盛土の破壊などの被害が生じた。西部承水路堤の軟弱地盤上にある部分は全般的に約 1 m 程沈下し, 最大沈下箇所では沈下量約 1.7 m におよんだ。また数百米から数十米の間隔をもつた周期的沈下現象がみられた。
6. 干拓堤防の被害は砂地盤からヘドロ層地盤への移行部, 堤体断面構造の変わり目, 堤防の彎曲部コーナー附近において特に著しい。
7. 堤防にクロスセツトを形成する亀裂, 沈下などがみられた。これから西部承水路においては堤体の延長方向に圧縮応力が作用したこと, 正面堤コーナーにおいては引張り応力が作用したことが推定される。
8. 地震によつて堤体振動が誘起されたと推定される。またそれに伴う振動および変形に

よつて応力集中が生じ被害に至つたものと思われる。堤体振動は土質力学的耐震設計の一要素として、今後の問題点となるであろう。

謝 辞

今回の地震の調査に際し、終始御指導を賜つた岸上冬彦名誉教授、現地において親しく御教示を頂いた吉山良一教授、また行を共にされた音田功助手に厚く謝意を表する。

今回の調査の遂行について、多大の御援助を頂いた秋田県庁厚生部消防課、農林省八郎潟干拓事務所および気象庁秋田地方気象台の各位に深甚なる謝意を表する。

32. *Field Studies of the OGA-OKI Earthquake of May 7, 1964.*

By Shozaburo NAGUMO,
Earthquake Research Institute.

A large earthquake occurred at about 16^h 58^m in J. S. T. on May 7, 1964. The epicentre, hypocentral depth and magnitude, determined by J. M. A., were 139°00'E, 40°20'N, 0 km and 6.9 respectively.

Severe damage occurred at a part of a reclamation embankment of Lake Hachiro-gata, and slight damage in village around the lake.

Complete record of strong motion seismograph was taken at the Akita meteorological Agency, where the epicentral distance was about 120 km. The period and amplitude of S-phase motion were about 3.2 sec and about 40mm respectively. Those of the main tremor were about 4-6 sec and about 20mm.

The main cause of damage around Hachiro-gata is thought to have been due to the failure of the foundation bed, which appeared as unequal subsidence. At Tamanoike and Ashizaki, some damage seems to have been due to the special vibration and deformation of the foundation bed.

Disaster in the reclamation embankment were subsidence and local destruction of bank body. A part of the western canal bank, which was built on a soft mud bed, showed general subsidence of 1 m, with a maximum amount of 1.7m. Periodic subsidence also occurred there with spacing of several hundreds to several tens of metres.

The places where damage to reclamation embankment took place were the transitional part from sand bed to soft mud bed, transitional part of structure of bank body and the neighbourhood of the corner of bank. The destruction and subsidence took place with cracks with cross set form. By analysing the pattern of the cross set, it was concluded that the compressional stress worked at the western canal embankment, and the tensional stress at the corner of the front bank.

From the above phenomena, it was inferred that the vibration of the bank body would have been excited and that the stress concentration due to vibration and deformation would have caused the damage. The vibration of the bank body by the earthquake will be left as a problem of soil mechanical earthquake resistant design.



Fig. 9

八竜村芦崎，県道に面した新築の魚屋の土台が壊れた。県道に斜横断亀裂が生じた。



Fig. 10

琴浜村玉の池，農家作業場のコンクリートに入った亀裂。四隅は不同沈下をなし中央が盛り上がったようになっていた。

(震研叢報 第四十二号 図版 南雲)

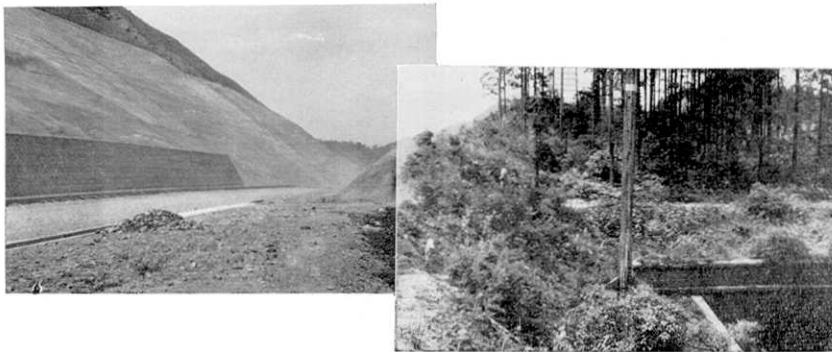


Fig. 11 鶴形第2トンネル(奥羽本線，鶴形一富根間) 主震および余震によつて入口から15 mにわたつて壁に亀裂が入つた。地山には幾段もの古い地入り跡がみえ、側には国道7号線の切通しが通つていた。切通し斜面にも地震より以前に生じていたと思はれる孕出しがみられた。



Fig. 12 琴浜村石田河原のぶどう園 コンクリートの柱が埋没したり、傾斜したりしていた。場所は砂丘のふもとで、所々湧水の跡がみられた。



Fig. 14 西部承水路堤の最大沈下箇所 (WC 13 + 200 付近) 最大沈下量は 1.7 m に達した。土俵は応急措置して積上げられたもの。



Fig. 13 西部承水路堤 WC 11 + 600 ~ 800 付近の周期的沈下。



Fig. 15 西部承水路堤の交叉沈下 (WC13 + 400 ~ 600 付近) 亀裂が交叉しその前後で沈下の条が向をかえその間に狭まれた部分は側方へ押出されている。これから堤防の進行方向に圧縮応力が作用したと推定される。



Fig. 16 正面堤 FD6 コーナー付近の調整池側アスファルトおよび路盤の亀裂



Fig. 17 正面堤 FD6 コーナー付近の干陸側路盤の亀裂、Fig. 16 の亀裂と共にクロスセットを形成する。



Fig. 18 五明光へ通ずる4号道路の破壊、典型的な盛土の孕出しを示す。



Fig. 19 法面尻に捨石のある所では押え盛土が盛上り矢板のアンカー丸太が抜上つていた、振動の激しさを示している。(西部承水路 WC14~15間)