

（勸）鉄道総合技術研究所 正会員 ○那須 誠
元国鉄鉄道技術研究所 上沢 弘

1. はじめに

これまでに盛土、建物、橋梁等の地震被害例を地盤構造に着目して調べて、各種構造物の地震時の変形状態と地盤構造が密接な関係を有することを明らかにしてきた¹⁾。今回は変電所と岸壁の地震被害と地盤構造の関係を考察する。

2. 地震被害例

2.1 変電所の例

(1) 白山変電所 (1964年新潟地震)

この地盤は砂丘の縁の砂質埋立地盤で、ここで約7mの地すべりが発生した。埋立地盤の底面は傾斜し、かつ極軟弱な粘性土層が存在している²⁾。

(2) 仙台変電所 (1978年宮城県沖地震)

変圧器のブッシング折損、しゃ断器、壁雷器等に倒壊等の大きな被害が発生した。超高圧設備などの大型がい管類に損壊などの被害が多く発生した。ブッシング全数が破損して特に被害の大きかった変圧器は盛土にあり切土では被害が軽微で、がいし形機器の被害もほとんどが盛土と地山にあり切土のものはほとんど被害がなく、地盤と被害の間に相関性が認められている³⁾。

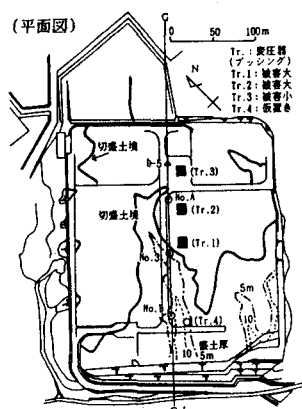


図1 仙台変電所の地盤 (宮城県沖地震)^{3) 4)}

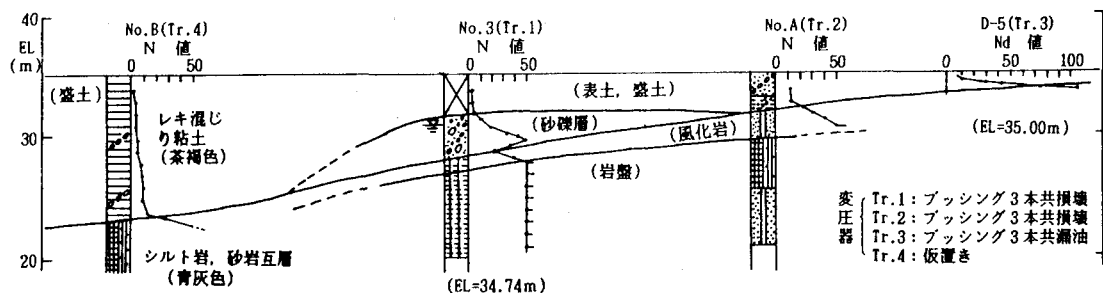


図2 仙台変電所の地盤状態 (図1のG-G'断面)⁴⁾

この地盤 (図1, 2) は旧地形の沢部に造成されており^{3) 4)}、詳しくみると盛土と地山の境界付近で、盛土が比較的薄くかつその底面が縦横断方向に傾斜した所で大きい被害が発生している。このようにこの変電所の大きい地震被害も、盛土や建物等の地震被害¹⁾と同様に傾斜構造のある不均質地盤で発生している。

2.1 岸壁の例

(1) 横浜港新港岸壁 (1923年関東地震)

土丹岩に直接に基礎を置いた第5, 7, 8号岸壁 (重力式, 方塊積岸壁、例えば図3⁵⁾) ではブロックがずり出し倒壊が生じた。また、土丹岩が深くて泥土が厚く割栗石を敷いた図4の方塊積岸壁 (第6号岸壁) では、ブロック間の相対的な迂りが発生したが岸壁は倒壊していない^{5) 6)}。土丹岩の基礎上に置かれた岸壁がほとんど倒壊し被害が大きかったのは、土丹岩の表面が傾斜していたためと思われる。即ち、この地盤

は他の構造物にも地震被害が多くみられる傾斜構造¹⁾を示している。それに反して、泥土が深くて割栗石を敷いた方塊積岸壁が倒れずに残り被害が小さかったのは、地盤に傾斜構造

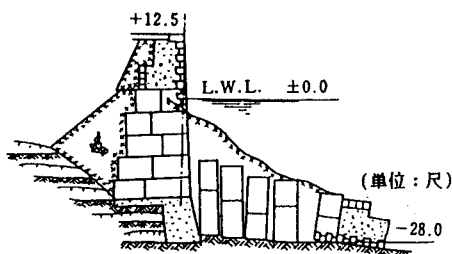


図3 横浜港新港第7, 8号岸壁 (関東地震)⁵⁾

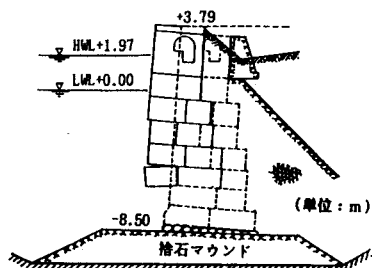


図4 横浜港新港第6号岸壁 (関東地震)⁶⁾

がなかったためと思われる。なお、水深図⁷⁾をみると等深線が密に並んでいる所で倒壊が多い。また、第4～8号岸壁の法線直角方向の変形方向は震央方向と略直角である。

(2) 秋田港 (1983年日本海中部地震)

日本海中部地震のとき秋田港では、地山を掘削して造った岸壁の被害は極めて少なかったが、埋め立て砂で造った岸壁は液状化による被害をうけ、それには埋め立て砂の底面 (地山表面) が傾斜している例が幾つかみられる⁸⁾。図5は最大被害 (法線のはらみ出し、鋼矢板折損) を生じた大浜地区10m 2号岸壁⁹⁾を示し、岸壁背後の埋め立て砂の下の地山表面は海の方に傾斜している。また、ここでは震央方向に変形したが、その北東端は傾斜する在来地盤面 (無被害の大浜1号岸壁の地盤) に接続しているようだ。

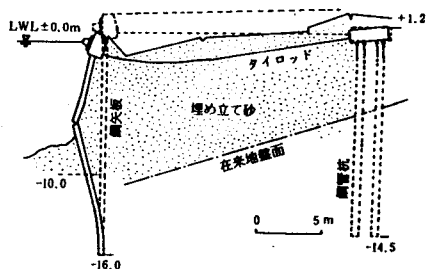
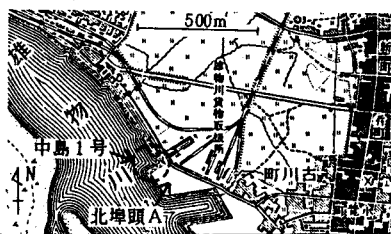


図5 大浜地区2号岸壁 (日本海中部地震)⁹⁾

中島1号岸壁 (セルラープロック構造)^{9) 10)}で崩壊や前傾、沈下、はらみ出し等が大きく生じた所 (図6(a))は、旧地形図 (図6(b))によると¹¹⁾、北埠頭A岸壁北側の北東に長く延びる旧護岸 (それに沿って、即ち中島1号岸壁の法線直角方向に比較的小さな掘り込み水路も有り)に沿って、旧地盤面上に埋め立てて造られた所である。なお、この1号岸壁の法線直角方向は震央方向と直角な方向に近い。



(a) 昭和57年図幅



(b) 昭和23年図幅

図6 中島1号岸壁の被災位置 (日本海中部地震)¹¹⁾

3. おわりに

以上に示した岸壁や変電所の著しい被害も特異な地盤構造の所、即ち軟弱地盤 (盛土や埋め立て地盤等も含む)の厚さが一様で無い所、傾斜構造のある地盤で生じているが、これは盛土や建物等の地震被害の生じやすい地盤と類似の所である。なお、以上の調査に当たって御世話になった方々と、参考や引用させて頂いた文献の著者に厚く御礼を申し上げます。

文献 (1)那須 勘: 地震被害発生箇所の地盤構造, 第8回日本地震工学シンポジウム (1990) 論文集, 43/48, 1990. (2)那須 勘: 液状化被害と地盤構造の関係, 第9回日本自然災害学会学術講演会, A25, 50/51, 1990. (3)電気事業連合会編: 変電設備耐震対策特別委員会報告書 (詳細編), 1979. (4)渡辺 勘: 1978年宮城県沖地震による変電設備の被害に関する考察, 電中研報告, No. 379023, 1/27, 1980. (5)岡本 隆: 耐震工学, オーム社, p. 252, 1971. (6)野田 勘: 港湾施設の震害と復旧, 土と基礎, 35-9, 61/65, 1987. (7)明治村編: 特別展「みなとー横浜・名古屋・神戸, 土木100年のあゆみ」, 名鉄発行, 1988. 10. (8)那須 勘: 盛土の地震被害と地盤構造, 鉄道総研報告, 3-8, 50/57, 1989. (9)中田 勘: 日本海中部地震における秋田港岸壁の被災と復旧工事, 土と基礎, 32-9, 27/33, 1984. (10)土質工学会東北支部編: 1983年日本海中部地震被害調査報告書, 193/325, 1986. (11)地形図, 1:2.5万, 土崎, 1948年, 1982年