

国鉄鉄道技術研究所 正員 那須 誠

藤沢 一 正員 豊一

国鉄秋田構造物検査センター 有坂英夫

1. まえがき

昭和58年5月26日に起った日本海中部地震により、奥羽本線鯉川・鹿渡間334 K 640 M付近の盛土が図1に示すように大きく変状した。その変状は延長45mにわたり、沈下の最大は約2.5m、崩壊土量は約440 m^3 であった。以下に、この変状盛土について行った地震応答解析、および安定解析の結果を報告する。

2. 解析対象地点の地形と土質

解析対象地点付近は、ハ郎潟にそそぐ小河川の鯉川により形成された扇状地性低地で、泥や砂・礫等の沖積堆積物が表層を形成している。鉄道盛土は、その扇状地性低地を横断する形で南北に走っている。解析対象地点の基盤は凝灰岩質泥岩からなり、左側に傾斜しており、基盤表面の深さは右のり尻直下でG.L.-1m、左のり尻直下でG.L.-8mである。その基盤上に80 $\div$ 5 $\frac{kg}{cm^2}$ のかなり軟弱なシルトと腐植土が堆積している。またシルト質砂の盛土も80 $\div$ 5 $\frac{kg}{cm^2}$ であり、ゆる詰め状態にある。

3. 地震応答解析モデルおよび安定解析モデル

地震応答解析にはFLUSHを用い、安定解析には円弧すべり円法を用いた。解析に用いたモデルと土質定数を、図1と表1に示す。土質定数における ρ は現地採取試料の密度試験から、またC、 ϕ 、 V_s は現地における静的貫入試験値と土質より推定した。

図2に示す剛性率、減衰定数とせん断ひずみの関係曲線は既往の試験データより推定した²⁾。基盤に入力した地震波形(最大値119 $\frac{cm}{s^2}$)は、図3に示すようにハ郎潟中央干拓堤防の地表で観測された波形を解析地点の基盤にもどして用いた。また、地震応答解析モデルの境界条件は下方境界を固定とし、左側はエネルギー伝達境界、右側は水平自由、鉛直固定とした。

4. 地震応答解析結果

図4の水平加速度の分布をみると、加速度は基盤から上昇するにつれて地盤内においては約1.1~1.5倍に増幅している。基盤が傾斜しているために軟弱地盤が最も厚い左端では約1.5倍に増幅している。盛土部分になると、増幅の割合はさらに大きくなり、約1.3~1.8倍になり、最も大きい加速度を示しているのは、盛土天端左端で214 $\frac{cm}{s^2}$ (1.8倍)である。対象地点の近辺のハ郎潟干拓堤防の記録の最大値が144~166 $\frac{cm}{s^2}$ 、秋田港が200 $\frac{cm}{s^2}$ 前後であることを考えると、計算値はほぼ妥当な値と考えられる。図5の鉛直加速度の分布をみると

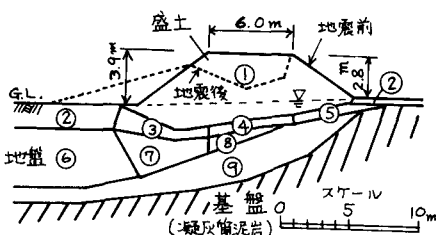


図1 解析モデルと変状図

表1 土質定数

No	土質	ρ ($\frac{kg}{m^3}$)	C ($\frac{kg}{m^2}$)	ϕ (度)	V_s ($\frac{cm}{s}$)
1	シルト質砂	1.5	0.15	33	80
2		1.5	2.0	0	100
3		1.5	3.4	0	100
4	シルト	1.5	3.8	0	100
5		1.5	2.9	0	100
6		1.1	1.0	0	65
7	腐植土	1.1	2.5	0	90
8		1.1	2.8	0	90
9	砂混腐植土	1.2	—	—	110

(No.は図1参照)

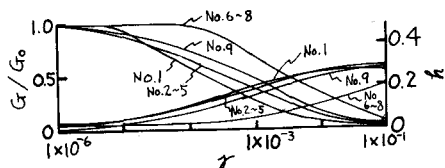
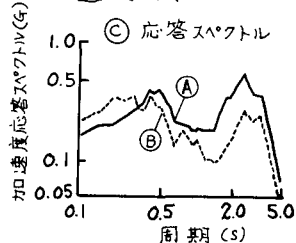
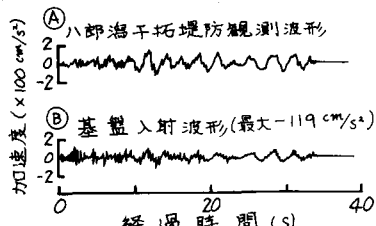
図2 G/G_0 、 η ~ γ の関係曲線

図3 地震波形と応答スペクトル

地盤内においては軟弱層の厚くなる左端の方が大きくなっている。その最大値は左のり尻部で 84 cm/s^2 である。盛土部では天端右端で 99 cm/s^2 の最大値を示している。このように鉛直加速度もかなり大きい値を示しており、鉛直動も盛土被害に大きな影響を与えていると考えられる。また、これら二つの図に示した加速度の等値線は、右上から左下に流れるような形をしており、傾斜基盤の影響を示し、盛土変状のパターンともよく一致していると思われる。図6は、盛土天端の水平変位が最大になった時刻の変形図を示す。

この図によると、盛土が左側の軟弱層へめり込むような動きをしており、基盤表面の左側への傾斜により左側に軟弱層が厚く堆積していたことが、盛土変状を大きくした原因になったように思われる。

5. 安定解析結果

図7にモデルの各要素の水平震度、図8に安定解析結果を示す。破壊に対するすべり安全率 F_s は常時が1.19、地震時が0.84である。なお、盛土の粘着力を $0.05 \sim 0.5 \text{ t/m}^2$ の間で変化させて計算してみたところ、 F_s は0.3前後の幅をもって変化した。これらの結果から、土質定数の変動幅を考えると安全率からみても地震時にすべり破壊を起す可能性のあることがわかる。

6. まとめ

今回の盛土被害地点は、礫植土を含む軟弱な沖積層の存在のほかに、基盤が傾斜しているという要因が重なり合い、地震時に極めて特異な挙動をしたことが盛土変状の原因と考えられる。

7. あとがき

今回の解析の成果は、現地の詳細な土質調査に負うところが非常に大きい。被害原因調査全般に渡って多大の御援助をいただいた本社施設局土木課と、現地調査に御協力いただいた秋田鉄道管理局施設部工事課、並びに解析に御協力いただいた基礎地盤コンサルタント(株)に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 日本海中部地震調査研究グループ：“1983年日本海中部地震調査報告”、鉄道技術研究報告No.1267(1984)
- 2) 岩崎敏男・常田賢一・吉田精一：“沖積粘性土の動的変形特性(せん断剛性率のひずみ依存性)”、土研資料第1504号(1979)、他
- 3) 浅田秋江 他：“昭和58年日本海中部地震における地盤および土質構造物の被害調査速報”、東北工業大学工学部浅田研究室(1983)

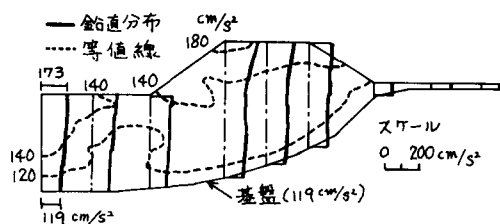


図4 最大水平加速度の分布

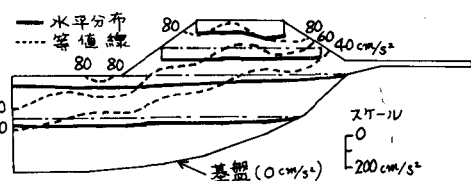


図5 最大鉛直加速度の分布

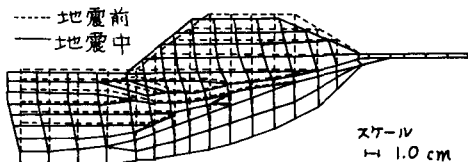


図6 変形図 ($t = 12.3 \text{ s}$)

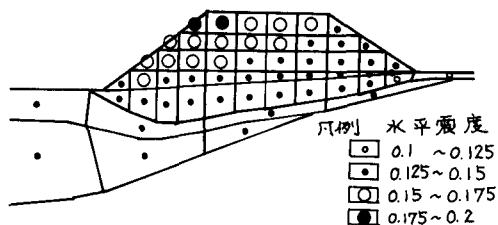


図7 各要素の水平震度

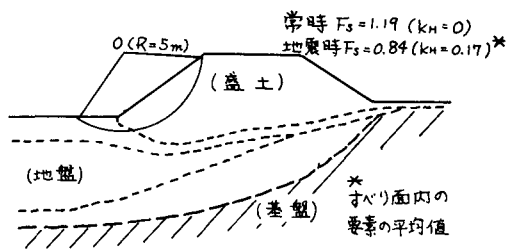


図8 安定解析結果