

東海旅客鉄道（株）正会員 ○鈴木 繁
 東海旅客鉄道（株）正会員 関 雅樹
 東海旅客鉄道（株）正会員 神田 仁
 東海旅客鉄道（株）正会員 宮内 政信
 東海旅客鉄道（株）正会員 筑摩 栄

1. はじめに

東海道新幹線は開業以来、場所打格子枠+張ブロック、排水パイプ打設等、種々の盛土の耐降雨強化工事を実施してきた。これらの効果により、ここ10年においては列車の運行を阻害する被害は発生していない。

しかし、最近の降雨の特徴として、ゲリラ降雨と呼ばれる局所的な短時間豪雨が発生しており、各沿線雨量計では、時雨量100mm前後の降雨も珍しくはない。このため、長時間にわたる運転規制による列車遅延が生じている。そのため、合理的な運転規制方法の検討の必要性がある。

本報告では、盛土の耐降雨強化工事とは別に、新しい運転規制法として、盛土内の間隙水位に着目し、その水位の変化を活用した規制法を提案するものである。ここでは、現場での測定結果として105mmの経験降雨量も含め年間を通じて観測したので、そのシステムの概要並びに測定データについての考察について報告する。

2. 観測システム開発の目的

運転規制法の見直しでは降雨パターン、降雨量のほか、盛土の耐降雨強度を把握する重要である。このため、盛土資料、形状、盛土の土質定数を把握する必要がある。盛土崩壊のメカニズムから考えると、降雨時の盛土土中水位の変化が把握可能な観測システムを開発する必要がある。一方、観測システムにより得られた実測データと浸透流解析による数値安定解析結果との比較から、盛土の耐降雨強度は定まる。この結果は、運転規制の見直しのみならず、降雨強化工事対策を必要とする区間の選定基準にも適用可能となる。

3. 観測箇所及び観測システム

(1) 観測箇所の選定

東海道新幹線において、のり面災害層のある盛土と同じ土取場の資料を用いた盛土区間を選定した。分類に基づき5種類の異なる資料の盛土を選定した。選定した盛土の土取場による資料分類の概要を表-1に示す。

(2) 観測システム

設置システムを図-1に示す。盛土のり中央とのり尻の2箇所に間隙水圧計を設置した。間隙水圧計は、ボーリングにより盛土基盤に設置した。これにより、渇水期でも正水圧を確保できること、並びに降雨時に水位が上昇した場合には、計器精度を維持して間隙水圧の正しい測定が可能となる。データ収集にはNTT回線を使用して遠隔処理によった。

表-1 観測箇所の概要

測定箇所	盛土資料	盛土高 (m)	透水係数 k (cm/s)	粘着力 c (kg/cm ²)	内部摩擦角 ϕ (度)
函南地区	トンネルズリ	9.7	3.08E-04	0.03	37.9
富士地区	ローム	5.9	1.65E-04	0.07	22.0
焼津地区	トンネルズリ	7.2	1.65E-04	0.29	36.3
藤枝地区A	砂質ローム	6.0	1.20E-04	0.16	37.5
藤枝地区B	砂質ローム	5.4	1.20E-05	0.15	18.7
掛川地区	シルト	6.9	1.20E-04	0.05	38.4
浜松地区	砂しき	6.3	1.13E-03	0.00	39.1

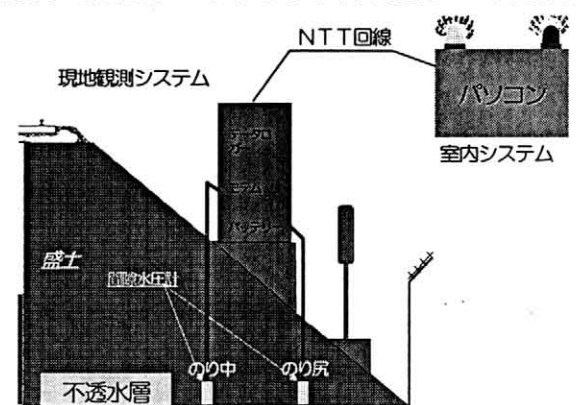
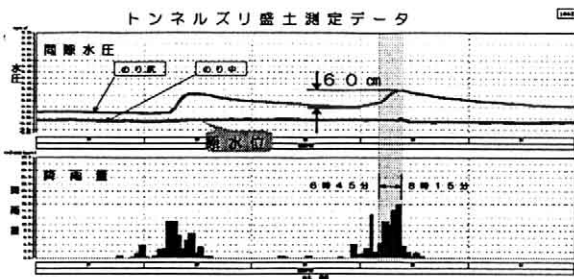
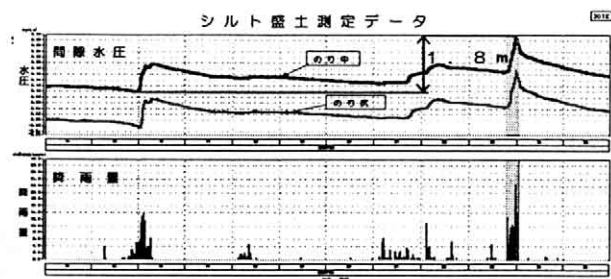


図-1 観測システムの概要

4. 間隙水圧観測データ



図一2(a) 函南地区データ例



図一2(b) 掛川地区データ例

観測データの例示として、図一2に盛土資料がトンネルズリとシルトの場合の観測データを示す。(a)は、新幹線では被害はなかったものの、並行する在来東海道線に災害をもたらした1998年8月30日の降雨データを示す。函南地区の盛土資料は、トンネルズリである。早朝の1時間30分の間に平均58mmの時雨量が記録され、水位上昇は60cmであった。のり尻付近だけが反応して水位の上昇反応を示している。一方、のり中央部ではほとんど変化は認められない。

また、(b)に、菊川雨量計で時雨量105mmを記録した1998年9月23日の掛川地区シルト盛土のデータを示す。水位が1.8m上昇しており、のり中、のり尻とも急激に反応していることが把握できた。

5. 間隙水圧データの解析

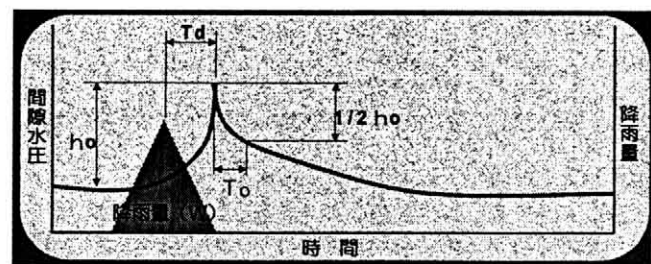
(1) 間隙水圧の3指標の創案

著者らは今回盛土の耐降雨性の判断指標のために間隙水圧による3指標を創案した。(図一3参照)

①逃水性 T_o (Drainage rate): 一旦上昇した間隙水圧の下降割合を示す。上昇した水圧が半減するまでの時間 T_o により、水の抜けるまでの時間の早さから、盛土の排水性の良否が分かる。

②吸水率 RI (Intake rate): 降雨量に対する間隙水圧の最大上昇量の割合を、 $RI = h_o/W$ (h_o : 最大水圧差 Kpa, W : 総降雨量 mm) で示す。盛土の吸水性の大小を示す。

③遅水時間 T_d (Delay time): 最大時雨量から間隙水圧が最大となるまでの時間差で、水位反応の遅れ具合を示す。



図一3 間隙水圧の3指標

種々の観測データと数値解析結果からは、吸水率が盛土の安定性に最も重要であることが明らかになった。盛土の崩壊する原因は間隙水圧の上昇であり、間隙水圧の上昇程度の割合により耐降雨強度が推定される。吸水率の大小が雨に強い盛土、弱い盛土を示す。この結果に対して、実際の予測される降雨パターン、降雨量を用いて安定計算を実施することにより、被害発生の有無が推定される。

(2) 実測データ

各観測点において、観測期間中の経験雨量が50mm以上の場合において間隙水圧の3指標の値を求めた。その結果を表一2に示す。この表の中から、吸水率の値から盛土の耐降雨強度のランク分け(a~c)を行った。掛川地区のシルト盛土と浜松地区の砂レキ盛土が間隙水圧の上がり易い盛土であることが分かる。この結果から、対策工事の優先順位を設定することが可能である。また、運転規制では十分な注意が必要であることを示している。本研究により、間隙水圧計の観測システムは盛土の耐降雨強度区分に有効であることが確認できた。

表一2 観測箇所の実測データ

測定箇所	盛土材料	盛土高 (m)	透水係数 k (cm/s)	粘着力 c (kg/cm ²)	内部摩擦 角 ϕ (度)	のり中				のり尻				間隙水圧 ランク
						取得 データ数	吸水率 RI	遅水性 RI	遅水率 RI	取得 データ数	吸水率 RI	遅水性 RI	遅水率 RI	
函南地区	トンネルズリ	9.7	3.08E-04	0.03	37.9	—	—	—	—	7	2.64	13.40	16.00	b
	ローム	5.9	1.85E-04	0.07	22.0	12	3.96	9.37	14.1	8	2.73	7.80	3.68	b
横浜地区	トンネルズリ	7.2	1.65E-04	0.29	36.3	0	—	—	—	—	—	—	—	c
藤枝地区A	砂質ローム	6.0	1.20E-04	0.16	37.5	0	—	—	—	—	—	—	—	c
藤枝地区B	砂質ローム	5.4	1.20E-05	0.15	18.7	0	—	—	—	—	—	—	—	c
掛川地区	シルト	6.9	1.20E-04	0.05	38.4	11	7.25	14.50	36.9	11	5.95	14.70	37.60	a
浜松地区	砂レキ	6.3	1.13E-03	0.00	39.1	3	5.70	17.80	70.8	2	1.10	2.30	5.30	a