

傾斜地盤上の盛土の耐震評価方法の検討

東海旅客鉄道㈱ (名古屋大学博士課程) 正会員 ○ 阪本泰士
 東海旅客鉄道㈱ フェロー 関雅樹
 東海旅客鉄道㈱ 正会員 永尾拓洋
 名古屋大学 フェロー 伊藤義人

1.はじめに

2004年に発生した新潟県中越地震では鉄道盛土において多くの被災事例が確認された。被災箇所の原因報告によれば、写真-1に示すとおり、傾斜地盤上の盛土での被災事例が多く見られたことが特徴のひとつである。東海道新幹線では、従来から傾斜地盤上の盛土にも着目し、軟弱地盤上の盛土の耐震補強に併せて一部の箇所では既に対策を実施してきた。しかしながら、鉄道盛土の傾斜地盤について定性的な議論はされているが、対策基準等の数量化されたデータや研究報告書は存在しない。本研究では、過去の地震被災事例および今回の新潟県中越地震被災事例より、傾斜地盤上の盛土の要注意箇所の閾値の提案および情報支援システム (GIS) を用いた要注意箇所の抽出方法等傾斜地盤上の盛土の耐震評価方法の検討を行った。

2. 傾斜地盤上の盛土の耐震評価

(1) 盛土の支持地盤別の沈下量と被災発生頻度

東海道新幹線では、これまで軟弱地盤上の盛土および液状化地盤上の盛土を基本として耐震評価および耐震補強を行ってきているが、過去実際にどのような地盤で被災しているか参考文献をもとに調査した^{1),2)}。今回調査した地震を表-1、盛土を支持している地盤別の沈下量と被災発生頻度の関係を図-1に示す。今回調査したのは、鉄道あるいは道路等の盛土である。盛土を支持している地盤を、基盤が傾斜していない軟弱地盤（以下軟弱水平地盤）、基盤が傾斜している地盤（以下傾斜地盤）、盛土の片側が軟弱地盤、片側が非軟弱地盤（以下片軟片硬地盤）、窪地や溺れ谷がある地盤（窪地溺谷地盤）、基盤が傾斜していない非難弱地盤（非難弱水平地盤）の5つに分類した。

図-1より軟弱水平地盤の被災発生頻度は他と比べ圧倒的に多いことが分かる。また沈下量は広範囲にわたっているが、全体として、数百cm以下の沈下量の被災事例が多い。また、非難弱水平地盤では地盤が強固なためか、ほとんど被災しておらず、沈下量もわずかである。

一方他の地盤を見てみると、被災発生頻度は少ないものの、沈下量の大きい事例が比較的多い。1978年の宮城県沖地震において傾斜地盤で沈下量1,400cmもの大きな被災が発生している。

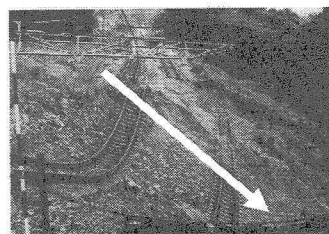


写真-1 中越地震での傾斜基盤上の被災例

表-1 被災事例の調査対象地震

番号	発生年	地震名	M
1	1891	濃尾	8.4
2	1923	関東	7.9
3	1943	鳥取	7.2
4	1944	東南海	8.0
5	1946	南海	8.0
6	1948	福井	6.3
7	1952	十勝沖1	8.2
8	1964	新潟	7.5
9	1965	大井川河口	6.1
10	1968	十勝沖2	7.9
11	1974	伊豆半島沖	6.9
12	1975	大分	6.4
13	1978	宮城県沖	7.4
14	1983	日本海中部	7.7
15	1993	釧路沖	7.8
16	1993	北海道南西沖	7.8
17	1994	北海道東方沖	8.2
18	1994	三陸はるか沖	7.5
19	1995	兵庫県南部	7.2

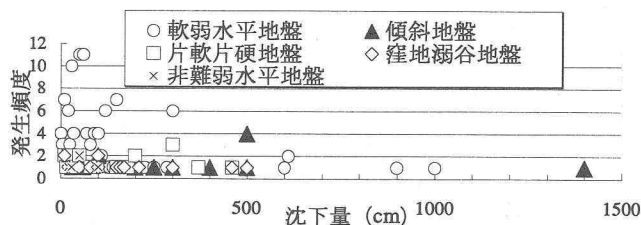


図-1 支持地盤別の被災による沈下量と被災発生頻度の関係

このように傾斜地盤で被災が大きくなるのは、傾斜している基盤とその上部の表層地盤との境界面でのすべりに起因する。また単に基盤が傾斜しているだけでなく、基盤の上に風化岩、泥岩、腐植土などの軟弱な層が存在した場合に被害が多く発生している。

(2)傾斜地盤の定量的評価と要注意箇所との閾値提案

過去の被災事例より、傾斜地盤上の盛土を要注意箇所とする必要があることが分かった。そこで、どのような傾斜地盤を要注意箇所として選定するかについて、再び過去の被災事例から、傾斜角度に着目し、被災しやすさを定量的に評価することとした^{1),2)}。被災箇所の沈下量と基盤傾斜角度を図-2に示す。図-2より、一例を除き、基盤傾斜角度は10度以上となっていることが分かる。この結果から傾斜地盤上の盛土の要注意箇所の閾値として10度以上基盤が傾斜しているものとする。こととした。

3. 情報支援システムを利用した傾斜地盤の抽出

これまでの議論から東海道新幹線の盛土区間の中から10度以上傾斜している傾斜地盤を抽出する。傾斜角度の算出にあたっては、阪本ら⁴⁾がGISを用いて構築した「情報支援システム」の情報を活用することによって行う。①土質柱状図、地質縦断面図、地質平面図等地盤情報②東海道新幹線建設時の空中写真や旧地図による等高線情報③盛土両側地盤での常時微動測定値等を利用し、傾斜角度を求め、既存の情報支援システムに結果を導入した。従来のシステムに傾斜地盤の情報を新たに付加した構成図、さらに情報支援システムでの画面表示をそれぞれ図-3、図-4に示す。この中で10度以上のものを要注意箇所として、今後管理していくこととする。

4. 結論

- (1)過去の被災事例により、傾斜地盤上の盛土で大きな被災が発生していることが分かった。
- (2)要注意箇所の閾値を基盤の傾斜角度が10度以上のものと設定した。
- (3)情報支援システムを利用し、傾斜角度を求め、新たに傾斜角度の情報を情報支援システムに導入し、傾斜地盤を管理していくこととした。

参考文献

1)日本鉄道施設協会：鉄道土木構造物耐震強化の研究，1979.3.
2)土木学会地震工学委員会：高地震力に対する土構造物の耐震設計法に関する研究報告，2000.9.
3)谷口善則，相沢文也，矢島敦：新潟県中越地震による鉄道盛土の被害および復旧，第40回地盤工学研究発表会，1060，2005.7.
4)阪本泰士，関雅樹，永尾拓洋，伊藤義人：鉄道盛土の耐震補強箇所選定のための情報支援システムの構築とその利用，構造工学論文集，Vol51A，1093-1102，2005.3.

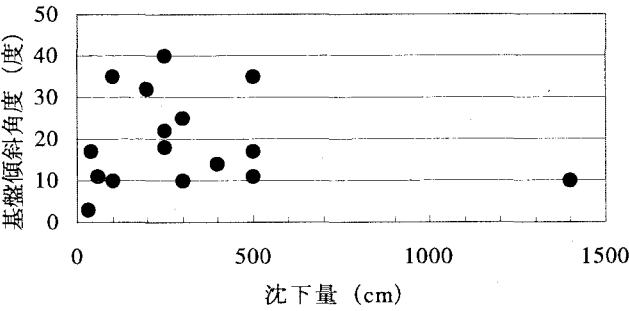


図-2 傾斜地盤における盛土の沈下量と基盤傾斜角度の関係

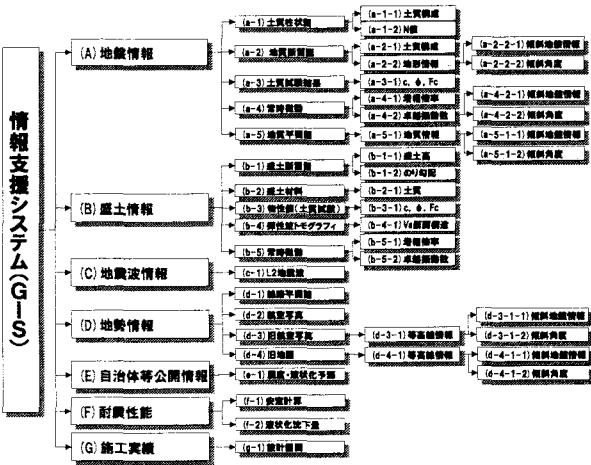


図-3 情報支援システム構成図

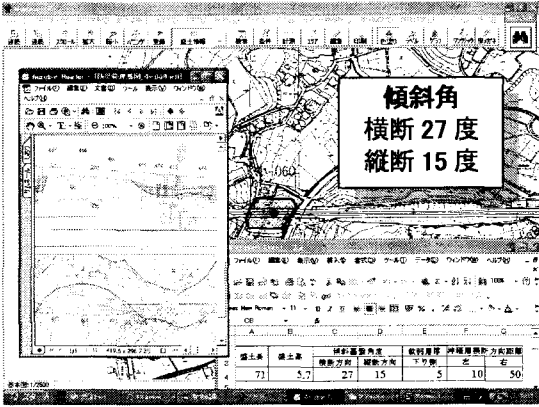


図-4 情報支援システム画面