

大林組技術研究所工法機械 正員 齊藤 二郎  
 大林組縦貫熊本工事々務所 正員 宮本 正道  
 大林組技術研究所土質基礎 正員 〇木村 薫

1 まえがき

阿蘇火山の噴火物である灰土は自然含水比が関東ロームに比し約半分以下であるにもかかわらず、その土性は関東ロームのうちで最悪とまでいわれた愛鷹ロームにほぼ匹敵する悪質な土質である。この灰土を盛土材料とし高速道路の建設を行なう際は、関東ロームで経験したと同様設計および施工上、多くの問題が提起される。

九州縦貫自動車道の一環として着手された植木試験盛土工事は本年2月に無事完了したが、この試験工事において灰土による盛土のフィルター効果が特に重要な課題となった。当試験工事ではフィルターの材料として、原地産の川砂およびマサ土の2種類を考査材料別にフィルターの設置区間を設けて、その効果を調査した。ここでは、その結果の一部を報告する。

2 フィルター設置の概要

フィルターの設置は図-1に示す2断面とした。すなわち、フィルター設置断面Aは平均盛土高14mに対して川砂フィルター3層である。また、フィルター設置断面Bは平均盛土高さ12mに対してマサ土および川砂フィルター各1層である。フィルターの層厚は約0.3~0.5mであり盛土の中央および法肩にはそれぞれ沈下計(CR)および沈下板(C)を設置した。さらに、盛土中の間げき水圧や土圧ならびに水位などを観測するため図示した位置に埋設計器を設置した。

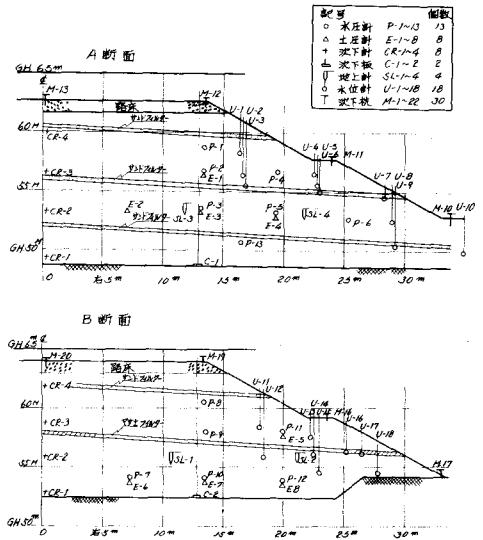


図-1 フィルター設置断面

3 動態観測結果

- (1) 盛土の圧密沈下：盛土の圧密沈下は路床工完了後1ヶ月経過した時点でA断面(川砂フィルター3層)において38.9cm, B断面(マサ土および川砂フィルター各1層)において31.1cmである。盛土高さに対する圧密沈下量は前者では2.9%また後者では2.6%とその差は殆んど認められない(図-2参照)。一方、両断面の沈下速度について比較した結果は、A断面において盛土完了後50日以内にほぼ1次圧密の終了が認められたのに対してB断面ではまだ認められない層がある(図-3参照)。両断面の沈下速度を圧密試験結果から計算した結果は、A断面で路床工完了時に圧密度95%に達するのに対して、B断面では3年後において圧密度が約85%になることがわかった。この結果は、A断面の沈下速度に関する限りほぼ実測値と類似した傾向にある。
- (2) 盛土の間げき水圧および強度：盛土の施工中における間げき水圧の発生状況は、A断面において土被り圧の約1/5またB断面では約1/2に相当する間げき水圧の最大発量を示しており、フィルタ

一の材質の違いによる影響が認められる(図-4参照)。

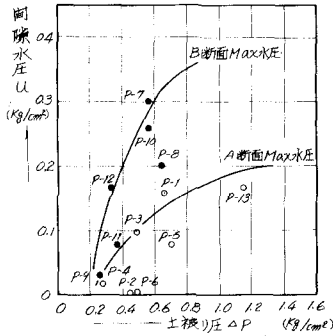


図-4 土被り圧と間隙水圧との関係

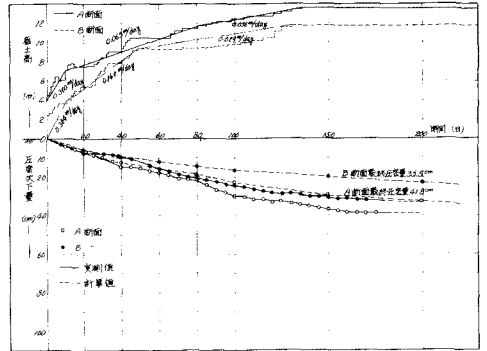


図-2 AおよびB断面の圧密沈下

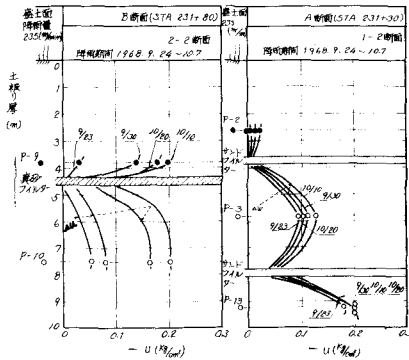


図-5 降雨による間隙水圧の変化

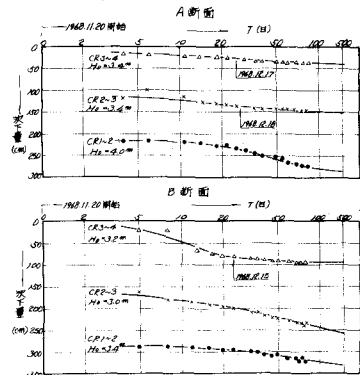


図-3 クロスアーム間の圧密沈下

図-5は盛土施工中の降雨による間けき水圧の変化状況を示したものである。B断面において間けき水圧の増加が著しく、これに反してA断面では殆んど変化を示していない。川砂フィルターを設置区間では浸透水がフィルターによつて、すみやかに排水されるのに対し、B断面ではマサ土フィルターによつて十分に排水されていないことを示すものである。

図-6はフィルター近傍における強度増加をオランダ式2重管による $\phi_c$ 調査の結果である。

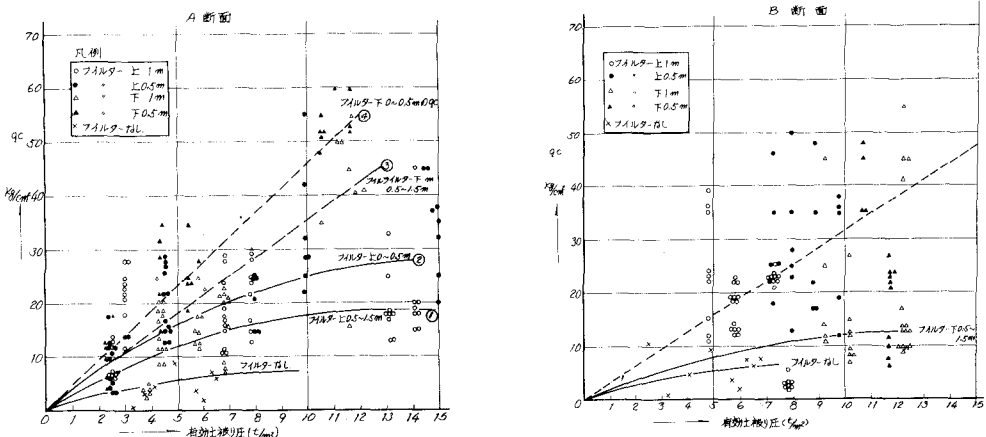


図-6 有効土被り圧と $\phi_c$ との関係

マサ土および川砂フィルターともにフィルター近傍の強度増加が認められる。qcの増加は、一般に川砂フィルターの方が大きく、フィルターから1m程度離れた場所においても圧密による影響がみられる。これに対してマサ土フィルターではフィルターから1m程度離れた場所において、その影響が川砂フィルターの場合ほど顕著でない。また、フィルターを設置しない区間においても僅かにqcの増加がみられる。この原因としてはシキソトロビー効果の他ある程度の圧密効果が考えられる。

#### 4 動態観測結果の検討

1) 圧密沈下；盛土の圧密沈下率（盛土高さに対する圧密沈下量）はAおよびB断面ともに、ほぼ同等であった。この原因としては、主として両断面の土質構成の違いが考えられる。試験盛土の土質構成は、灰土単体の使用は少なく、その多くは凝灰岩（阿蘇火山噴火物の一種で3角座表分類は砂質ロームである）との混合土で構成されている。これら混合土に対する圧密沈下率は3.5～4.2%と推定され関東ローム盛土に比べて大差はない。

両断面の圧密沈下量について、施工時転圧面から採取した試料の圧密試験結果から沈下量を計算してみた。この際、初期間げき比 $e_0$ を次の3条件により決定し圧密計算を行なった。①圧密試験時の初期間げき比 $e_0$ の場合、②圧密試験時の $e_0$ を転圧時ブルドーザーの接地圧を考慮して初期間げき比を補正した値（日本道路公団設計要領による） $e_0'$ 、③日常管理試験結果による値 $e_0''$ 、の3条件とした。

計算結果は表-1に示す如く、それぞれの初期間げき比によって大巾に異なった値を示したが、3者の内①による方法が最も実測値に近似した（図-2参照）。表-1 圧密沈下量計算結果

圧密速度について両断面を比較すると、A断面の方がB断面よりも圧密の終了が速く、フィルターの層数やその透水性が及ぼす圧密促進への影響が認められる。

2) 残留沈下；A断面における舗装開始後の残留沈下について、クロスアーム間の各土層の圧密沈下曲線から次の方法により推定した。

2次圧密沈下量は時間の対数に対して直線となつて続行するという性質がある。したがって、舗装後の残留沈下量はこの性質を利用し次式から推定できる。

$$\Delta S = \sum (b \log \frac{t_f}{t_0}) \cdot H_0$$

表-2 舗装後の残留沈下

tf(分)	$\log \frac{t_0}{t_f}$	$H_0 \cdot \log \frac{t_0}{t_f}$			$b \times 10^{-3}$			$\Delta S$ (cm)
		34 <sup>m</sup>	34 <sup>m</sup>	40 <sup>m</sup>	0	3.4	6.8	
1年 881×10 <sup>5</sup>	0.392	1.33	1.33	1.57	0.196	0.274	1.180	1.65
2年 1407×10 <sup>5</sup>	0.597	2.03	2.03	2.39	0.280	0.418	1.795	2.49
5年 2985×10 <sup>5</sup>	0.924	3.15	3.15	3.70	0.405	0.650	2.780	3.90
10年 56.15×10 <sup>5</sup>	1.194	4.07	4.07	4.80	0.598	0.837	3.600	5.04
20年 108.75×10 <sup>5</sup>	1.468	5.05	5.05	7.13	0.743	1.04	5.350	7.13

ここに、b；2次圧密沈下速度、 $H_0$ ；層厚、 $t_f$ ；舗装開始後の時間（分）、 $t_0$ ；路床終了から舗装開始までの時間（分）

舗装荷重によるbの変化を無視し、 $t_0$ を1年とした場合の残留沈下を計算した結果は表-2の通りである。計算によると、舗装開始後20年における残留沈下量

は約7cmと推定される。したがって、構造物と接合する部分の路面の不陸が予想される。この影響を軽減するためには、フィルターによる排水効果を促進させる必要があると考えられる。

ハ) 盛土の安定性；フィルター近傍の強度増加は川砂フィルターの方がマサ土フィルターに比べて大きい。また、施工中における間げき水圧の発生状況も川砂の方がマサ土フィルターに比べて水圧の発生量が小さく、フィルター層の透水性が盛土の安定に大きな影響を及ぼしているといえる。

フィルター近傍の強度増加からみて、マサ土フィルターによる排水効果はある程度認めることができるが現場試験において、これを十分に確認するまでにはいかなかった。ここで、マサ土フィルターの排水効果に関する2～3の実験<sup>\*</sup>を行なった。その結果について簡略に説明する。

マサ土フィルターに関するアナログシミュレーションの実験結果によると、降雨によって盛土表面に溜る雨水を盛土中に設置したマサ土フィルターから排水させる場合、盛土高さ約1.4mに対してフィルター層数は2～3層が効果的である。フィルターからの排水量は、それを設置しない場合に比べて約2.6倍の排水量があり、排水時間は大巾に短縮されることとなる。フィルターによる排水効果はフィルターと盛土の透水係数の比が大きいものほど当然大きいと考えられる。マサ土に比べ川砂の透水係数は数100倍程度と推定される。したがって、川砂フィルター程度の排水効果をマサ土フィルターに期待するためには、何らかの方法でフィルター自体の排水効果を高める必要がある。これに対して、日本道路公団熊本工事事務所では、フィルター施工のコスト低減化と、その施工精度を上げる目的から、マサ土と川砂を併用するフィルターの構造を検討した。現在、フィルターモデル施工実施中であり、その構造や排水効果等について講演当日報告したい。

## 5 あとがき

灰土は重機等による練返しの影響が大きく、極めて軟化しやすい土質である。これは、灰土の土中水分のうち地山不攪乱の状態のもとでの拘束水が攪乱されることによって、その一部が自由水に変化したことによるものである。灰土単体の施工時には、転圧面の強度が著しく低く $qc \approx 2 \text{ kg/cm}^2$ 以下である。したがって、施工機械のトラフイカビリチーは欠除し十分に盛土作業をすすめることができない現状にある。しかし、練返され軟化した灰土も圧密脱水によって大巾に強度を回復をさせることが可能であり、この性質からみてフィルターの設置は極めて重要となる。フィルターの施工には、その材質や適正な設置間隔、軟弱土上における施工方法、あるいはフィルター末端処理方法などの一連の問題が生ずる。現地で入手しやすいマサ土をフィルター材料として使用する方法は、これらの諸問題に対する解決策の一つであるが、マサ土のみを使用するフィルターは前述の通り排水効果が充分でない。そこで、軟弱土でのフィルター施工を容易にするためのマサ土の使用と、透水性を改善するための川砂との併用はフィルター施工に関する斬新なアイデアであり、その効果が期待される。

最後に、本試験は日本道路公団の指導のもとにおいて実施したものであり、本文中の各種のデータは植木試験盛土工事報告書から抜萃した。ここに、道路公団熊本工事事務所、道路公団福岡支社ならびに道路公団高速道路試験所の関係各位に謝意を表す。

※参考文献 マサ土フィルターに関するアナログシミュレーション実験

大林組技術報告書  
(S.43.10)