

不均質地盤の透水性と打尾砂岩の強度特性について

九州共立大学 正会員 鐘ヶ江 貢  
同上 正会員 長弘 雄次  
同上 正会員 田中 邦博

1. まえがき

建設残土やぼたなどの産業廃棄物を盛土材料として使用した盛土地盤をもつ、丘陵性地形の造成地において、各種体育施設を含む総合グラウンド建設計画が具体化しつつに伴い、当該造成地の現状把握を目的として、今回、基礎調査として現場試験および室内試験を含むボーリング調査を実施した。

本稿では、この基礎調査結果の中から、地盤状況、不均質地盤構成と特徴とするこの様な造成地の透水性、および基礎地盤(地山)としてこの地域に広く分布する打尾砂岩層の強度特性について、調査・試験結果をとりまとめたいと報告する。

2. 調査・試験結果

(1) 地盤状況

ボーリング調査結果に基づき、当該造成地の地質断面図として、代表的な一例を図-1に示し、さらに基本的な地質層序表を表-1に示した。

調査地は、旧丘陵性地形の基礎地盤(地山)を成す、石才三紀堆積岩(芦屋層群山鹿層-打尾砂岩)と、旧地形の谷間を埋める、盛土地盤とから成る造成地である。このうち地山を成す打尾砂岩層は、一部細粒砂岩と挟み中粒砂岩で、地表面は、風化・変質作用が進み、細粒土砂化、軟化の傾向が見られるが、一律でなく、残留硬質物に岩盤としての痕跡を遺している。深さ方向に急速に固結度が増え、地表面近くでも、R.Q.Dは30~50%以上を示し、安定した良好な岩盤を形成している。

亀裂面には粘土質の膠結物が挟在し、いわゆる岩の割れ目は、閉口した状態である。一方、盛土地盤は、浅部は、調査地全面に亘って、切土造成時の発生残土である地山の細粒化の進んだ風化物が分布し、表土としての役目を果しているようである。深部は、ぼたの切り崩し土が、無差別、無作意な投棄によって積み上げられている。局所的に、これら発生残土とぼたとが交錯し、特異な地層を形成している。全般に、盛土表部は、長年亘る降雨等の无候条件によって、構成粒子の細粒化や移動に伴う地盤の均質化、締め固まり、マッドン為的な踏み固めなども加わって、比較的締め固め具合のよい安定した地盤へと変化している。それより深くなると、それらの影響はほとんど見られず、ぼたなどは、かなりルーズで、硬質物が集積する部分を中心として空隙も多く、地層内で粒産組成が一方向偏した、不均質な積層状態を示し、造成地の盛土地盤においては、盛土材料も施工法にそれ程左右されず、一般的に共通の現象としてよく見られるように、当地域においても、造成当時のまま、ほとんど変化することなく、現在まで至っているようである。

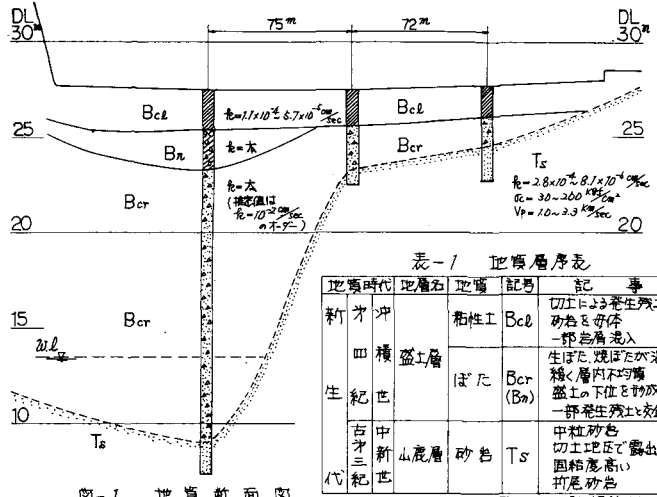


表-1 地質層序表

地質時代	地層名	地質	記号	記 事
新 石 紀	沖積 盛土層	粘性土	Bcl	切土による発生残土 砂岩と母体 一部急流土
			Bcr (Bn)	生じた、残土が混在 細く層内不均質 盛土の下位と物成 一部発生残土と交錯
古 石 代	中新 山鹿層 砂岩	砂岩	Ts	中粒砂岩 切土圧で露出 固結度高い 打尾砂岩

注) Bn-ぼたを主材とし、発生残土と混入(両所約)

図-1 地質断面図

(2) 地盤の透水性

構成地盤の透水性を把握するため、ボーリング調査孔を利用し、同一孔内で深さ方向に0~1m、1~5mの2試験区間について、「注水法」による現場透水試験を実施し、試験地盤の透水係数を測定した。その結果は、試験地盤の粒度組成から推定した値と対比させて、表-2に示した。この場合、0~1m区間については、発生残工の粒度試験結果から、また1~5m区間については、ぼたの粒度試験結果から推定した。これによると、現場での実測値は、(1)の項で述べた各地盤の現況に敏感に反映し、発生残工(粒度組成が粘性土的)を主材とし、長年巨大な変化を受けて、比較的良く締り安定している盛土表部や、亀裂が少なくしかも亀裂間が膠結物によって閉口している地盤(打尾砂岩)などは、透水係数が $k = 7 \times 10^{-4} \sim 10^{-5} \text{ cm/sec}$ のオーダーを示し、低い透水性である。

表-2 現場透水試験結果

地盤名 深度(m)	実測値	推定値		実測値
		Hazen	Creager	
0~1m	$1.1 \times 10^{-4}$ $\sim 5.7 \times 10^{-5}$	$2.5 \times 10^{-5}$ $\sim 1.4 \times 10^{-6}$	$3.4 \times 10^{-5}$ $\sim 8.0 \times 10^{-6}$	$2.8 \times 10^{-4}$ $\sim 3.2 \times 10^{-5}$
1~5m	大	$2.0 \times 10^{-2}$ $\sim 3.8 \times 10^{-2}$	$3.0 \times 10^{-2}$ $\sim 5.0 \times 10^{-2}$	$2.2 \times 10^{-3}$ $\sim 8.1 \times 10^{-6}$

一方、ぼた(粒度組成は礫質土的)を主材とする積層部分は、ルーズで空隙も多く、注水はほとんど「透水」に近い状況を示し、正確な計測は不可能であったため、実測値は算出出来なかったが、透水係数としては、 $k = 7 \times 10^{-1} \sim 10^{-2} \text{ cm/sec}$ のオーダーは少くとも示すであろうと推測され、透水性の高い地盤となっている。

(3) 打尾砂岩の強度特性

ボーリングによって採取された円柱状の打尾砂岩の岩片試料(採取深度は地表面より5m以内で、褐色化したもの)を基に、一軸圧縮試験および「透過法」による弾性波(P波・S波)伝播速度試験を実施した。

その結果は、一軸圧縮強度 $\sigma_c$ とP波速度 $V_p$ との相関図として、図-2に示した。これによると、圧縮強度 $\sigma_c$ は、 $30 \sim 260 \text{ kg/cm}^2$ の範囲内にあり、採取深度に関係なく、バラツキを示しているが、破壊ひずみ $\epsilon_f$ は、 $\epsilon_f = 0.60 \sim 0.80\%$ 、静弾性係数 $E_s$ は、 $E_s = 1.0 \sim 2.0 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ と比較的まとまっている。また、P波速度 $V_p$ は、 $V_p = 1.0 \sim 3.3 \text{ km/sec}$ の範囲内にあり、圧縮強度の大きさにほぼ比例して、その値は高くなってきているようである。

一般にP波速度は、両者の相関性においてかなりのバラツキがあり、一つの式でその相関性を表現することは、困難であることがよく知られているが、今回のように、同一地域で採取された同一岩種で対比させると、バラツキは少なくなり、まとまりも良くなるようである。S波速度については、全体に初動点の立上りが明瞭でなく、その読取りが困難であったため、満足する結果が得られなかったが、その中で比較的良好的結果を示していると思われるものを用いて、P波速度との関係より、動ポアソン比 $\nu$ と、動弾性係数 $E_d$ を求めると、それぞれ $\nu = 0.20 \sim 0.25$ 、 $E_d = 1.4 \sim 2.2 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ の範囲内にあり、動弾性係数 $E_d$ と静弾性係数 $E_s$ との比、 $E_d/E_s$ は、 $E_d/E_s = 1.1 \sim 1.4$ であった。

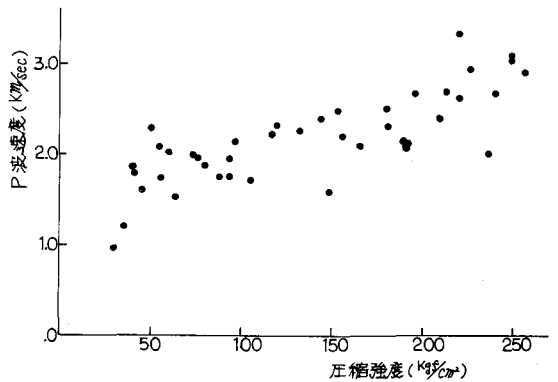


図-2 圧縮強度とP波速度の相関性

3. まとめ

この様な造成地の利用計画に際しては、各構成地盤の特性を十分に把握し、例へば、地盤は十分な支承力を持つため建設地盤としては良好であり、盛土は、特に大小の塊、礫状物を含むものなどは、透水性に優れ、排水暗渠などの排水計画は良好であるが、反面、建設地盤としては、地盤の変位や基礎杭を必要とするなどの問題が残ると言うような、その特性に合せた用途の選定が必要であろう。従って、造成地の利用計画に際しては事前に、ボーリングやテストピットなどにより、地盤構成などに対する詳細な調査が必要であろう。