

ぼた土の物理学特性について

博多港開発株式会社 正員 横山 悟
嶋田 雄吉
西原 邦彦
日本地研株式会社 正員 田島 恒美

1. まえがき

博多湾西部地区埋立は福岡市が都市の発展を企図するため、学校・住宅・公園・下水処理場・人工海浜として254ha、埋立土量1,900万 m^3 を造成するもので、埋立地区を浜浜・小戸・地行・百道の4地区に分け昭和57年～61年に実施する事業である。この埋立工事の埋立土は、埋立地前面土取場の浚渫土砂、市内からの公共残土、航路浚渫土砂で主に行い、その他小戸地区は埋立の一部に早良炭鉱のぼた土で埋立てる計画である。このぼた土埋立計画に当たってぼた山の堆積状況、土性分布、相対密度、地温などを調査し、採取試料によってぼた土の工学的特性を調べたのでその概要をまとめたものである。

2. 調査方法

早良炭鉱は昭和初期より昭和39年の閉山まで移動し炭層は古第三紀浜浜層内にある。ぼた山はこの炭層を採掘したときの残炭物で、高さ約35m、数量約70万 m^3 を有している。調査方法は、ぼた山頂部より標準貫入試験および温度測定をとまう調査ボーリングと、表層2.5mまでの試験掘りを3箇所行つて0.5mごとの現場密度試験および試料採取を行った。表層からの成層状況は大略次の通りである。

①上部生ぼた層(+36m～+12m層厚、24m)

暗灰色のシルト質砂礫(SF～GF)で地表部2m程度は風化が著しく細粒土を50%占めN値は9程度でゆるい締りを呈する。地表部を除く層は生ぼたで砂質頁岩を主体とし30～60mmの礫が30～50%占める。細粒土の多い箇所は固結状を呈しN値は11～28を示す。

②中間生ぼた層(+12m～+9m、層厚3m)

シルト質砂(SF)で粉炭、石炭、炭質頁岩から成る。一部は粉炭状であつてシルト分を多く含み含水比も若干大きくN値は26～31を示す。

③焼ぼた層(+9m～+2m、層厚7m)

赤褐色を呈するシルト混じり砂礫(GF)で礫径10～30mmのものが40～70%占めている。礫は生ぼた中に含まれる頁岩・砂岩の軟岩であるが燃焼しシャモット化している。N値は14～32である。図-1にN値の度数分布図を示す。

なおボーリング孔内の地温を測定したところぼた層内の炭質分はわずかで堆積後の経過が長いにもかかわらず最高温度が66℃になることが確認された。

3. 物理的特性

貫入試料によって採取した生ぼたと焼ぼたの一般的な物理試験を行った結果を表-1に示す。石炭の比重は一般に1.5前後で母岩のそれは2.7前後であるので本ぼた層には炭質分は非常に少ないことが分る。含水比は他のぼた山と比較して大

表-1 物理特性一覧表 (ボーリング試料によるもの)

項目	比重 Gs	含水比 Wn(%)	湿潤密度 $\rho_t(\text{g/cm}^3)$	粒 度 分 布(%)				コンシステンシー(%)		
				礫分	砂分	シルト分	粘土分	液性限界 WL	塑性限界 WP	塑性指数 IP
ぼた区分										
生ぼた	2.37～ 2.65	10～17	1.89±0.06	20～49	15～47	14～45	6～19	45.8±4.1	26.5±1.5	19.3±3.2
焼ぼた	2.62～ 2.65	9～19	1.88±0.04	37～67	26～47	7～20		N.P	N.P	

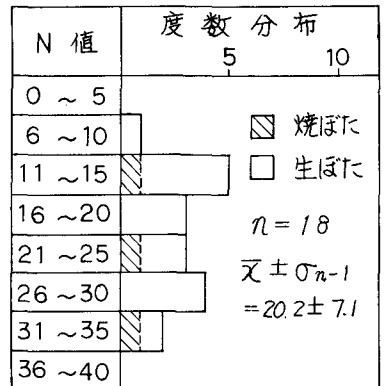


図-1 ぼた土N値の度数分布図

多く含むので細粒分が多く含まれている。ただし、砂分中には砂岩が多くみられるが、この岩質は硬くなく転圧時などには破碎される。塑性指数は比較的低い値を示す。

4. 力学特性

力学試験はばた山の表層部に2.5 m深さのテストピットを3箇所掘って試料を採取したものである。図-2の締固めの曲線は、6種類のばた土について示し

表-2 生ばた力学特性一覧表 (テストピット試料によるもの)

たもので、物理特性の違いによってかなりはらつきを示す。No.1, 2では自然含水比と最適含水比が極めて近い関係にあるので締固め施工は容易である。No.3は細粒土が多いため ρ_d が小さく W_{opt} が大きくなる。したがって自然含水比>最適含水比の関係にあるため、盛土施工は容易でない。なお施工は海中埋立のための締固め条件については締切り後の海面上の問題である。

三軸圧縮試験は、不飽和状態でのUU試験を行ったもので供試体は現場密度付近になるよう締固めて作製している。結果を表-2に示すが意外とせん断抵抗角が小さく見かけの粘着力があることを示している。この値でばた山切土時の安定斜面を検討すると、現在産面の斜面とはほぼ一致することが、確認された。

5. 膨潤性、土量変化率

本試験は海中にばた材を埋立てた後の膨張量およびその強さを知るために実施したものである。試験はCBR試験モールドを使用し図-3に示す結果を得た。埋立層厚を約6 mとすれば膨張量 Δh は1.72 cmとなるが試験4日以降についても膨張しているものでこれ以上の膨張量と考えておかねばならない。なおこの水浸後の試料についてトラフィックビリティーを考慮コーン指数を測ったが、No.3の1.5 m試料が $q_c=3$ を示す他は $q_c > 10$ を示すのでダンプトラックの走行は可能であることを確認している。

次に運搬時および埋立後の土量変化を知るため、現場密度試験、締固め試験を利用して土量変化率を求めた。土量変化率Cの締固め度は $\rho_{dmax} \times 0.90$ としている。結果を表-3に示すが、C、Lの値は粘質土に相当する。

6. あとがき

特殊土壌としてのばた土の性質を数少ない調査であるが、物理試験、力学試験の結果をもとに実際に切土、運搬、埋立工事を実施するのに際して、ばた山の土質の概要がつかめたことは我々にとっては大きな成果であった。埋立工事を実施するに当たって海中における土量変化、ばた土の土性がどうなるのかは今後の課題で施工に当たっても十分な資料を蓄積するつもりである。

項目	締固め試験		三軸圧縮試験 (UU 不飽和)			
	$\rho_{dmax}(t/m^3)$	$W_{opt}(\%)$	供試体含水比 $W(\%)$	乾燥密度 $\rho_d(t/m^3)$	見かけの粘着力 $C(t/m^2)$	せん断抵抗角 $\phi(^{\circ})$
No.1 (深さ1.5~2.5m)	1.77~1.81	15.5~16.0	16.3	1.490	2.0	14.5
No.2 (深さ1.5~2.5m)	1.72~1.73	15.8~16.6	18.5	1.500	4.5	10.0
No.3 (深さ1.5~2.5m)	1.55~1.57	21.0~22.8	24.2	1.426	4.0	6.5

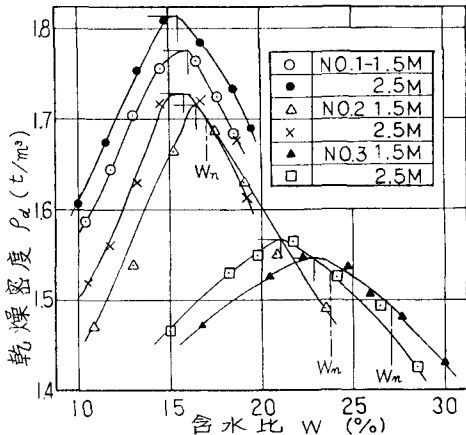


図-2 締固めの曲線

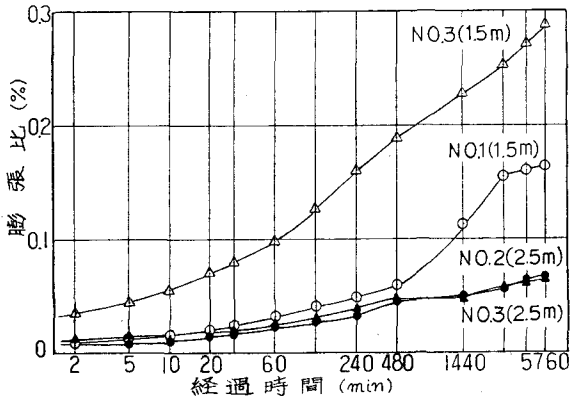


図-3 膨張比と経過時間

表-3 土量変化率の平均

位置 土量変化率	No.1	No.2	No.3
C	0.957	0.970	1.049
L	1.326	1.407	1.442