

九州大学工学部

正員 工博 内田 一郎

〒

〒

○松本 錬三

(株)ダイヤコンサルタント

荒木 春視

〒

小栗 隆治

1. まえがき

福岡市の西部にある室見川の川口に、博多湾に臨接してボタ山を利用し、日本住宅公団によって造成された豊浜地区宅地の地盤改良工事については、すでに報告^{1),2)}されている。このたび実施した豊浜地区宅地の地盤調査区域には、この地盤改良区域は含まれていない。豊浜地区宅地はボタ山という特殊な材料を利用した関係上、いろいろの問題点がある。そこでこの宅地が将来とも快適な環境であり得るかどうかを判定する基礎資料とするため、つぎの調査を行なった。

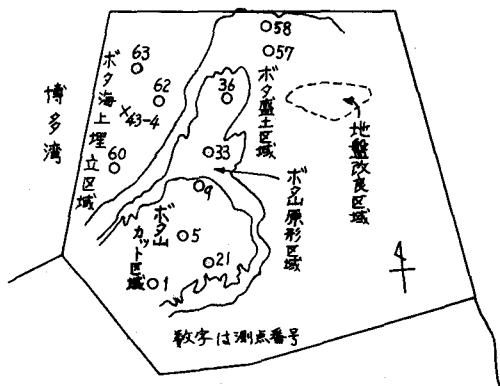


図-1 豊浜地区調査区域見取図

(1) 将来、自然発火の危険性の有無。

(2) 有害な一酸化炭素、硫化水素、亜硫酸ガスなどの現在の発生状況と将来への推定。

(3) 将来、ボタの軟弱化による支持力の低下および有害な圧密沈下が起きる可能性の有無。

これらのうち、(1)と(2)については昭和41年5月から43年10月まで、(3)については43年9月から44年3月まで調査を行なった。ここでは(3)の目的で実施した土質調査結果を主として報告する。

2. 土質調査の種類

本調査区域の広さは約15万 m^2 で、計画宅地の約 $1/2$ である。これをボタのおかれた状態に応じて、図-1のようにボタ山カット区域、ボタ山原形区域、ボタ盛土区域、ボタ海上埋立区域の4つに分けた。これらのうち、ボタ山原形区域というのは、ボタを坑内から搬出し、たい積された状態のまま、ほとんど切土や盛土をしないうで宅地に利用できた区域のことである。図-1のように、これらの区域で2~4孔、計11孔のロータリー式機械ボーリングを深さ約10 m まで行ない、それぞれの孔で標準貫入試験とガス、地下水位、地下温度の測定を行なった。地下水位は10時間の観測によると、付近の海面は75 cm の変動があったのに、11孔のうち3孔で5 cm の変動があっただけで、その他の孔は変動が認められなかった。この他に深さ4~6 m のオーガーボーリングを42箇所行ない、地下水位と地下温度を測定した。室内の土質試験としては土粒子の比重、粒度、液性限界、塑性限界、遠心含水当量、一軸圧縮の各試験、ボタ盛土区域の基盤であるちゆう積層試料の圧密試験などを行なった。また、ボタ海上埋立区域の43-No.4地点の深さ1.5 m で、直径30 cm の載荷板による平板載荷試験を行なった。

3. 土質試験結果と考察

土質試験結果の整理と考察にあたっては、この宅地は前に述べたように、ボタのおかれた状態で4

区域に分けられるので、各区域別とそれらの地下水位と地下温度とに注目した。

各区域における標準貫入試験のN値と深度の関係を示したのが図-2である。図-2によると、ボタ山カット、ボタ山原形、ボタ盛土、ボタ海上埋立の各区域の順にN値が小さくなっており、特にボタ山カット区域のN値が大きいのが目立つ。この区域はボタ山をカットする前に高さ60mのボタ山を形成していたことが原因と考えられる。

室内試験のために採取した試料の観察によると、試料はやわらかい不均一な、石炭と焼ボタまじり灰褐色の生ボタといってよいものである。試料の2,000 μ 以下の土粒子の比重は2.39~2.70で、ほとんどが2.5~2.6である。

同一ボタ山では深くなると幾分粗粒子が減少する傾向があるが、2,000 μ 以下の土粒子の粒度組成にはほとんど変化がないとの報告³⁾が

あるので、このボタ山も宅地造成工事に着手当時は、ボタ山の深さによって粒度組成はあまり変わらないと仮定した。粒度試験の結果を図-3に示す。ただし、ボタ山カット区域は地下水位が不明確であるので図-3に示さなかった。この区域を除いた残りの3区域の粒度

加積曲線による60%径を、地下水位の上下に區別してプロットしたのが図-4である。図-3、図-4によると、地下水位の上部では下部に比べてボタの細粒化が進んでいるようである。試料数が少ないため、これらの関係は偶然とも考えられるので目下検討中である。図-5に塑性図を示す。

それぞれの区域別に、液性限界と420 μ 以下の試料の粘土含有率の関係を示したのが図-6である。これによると、液性限界はボタ山カット区域では粘土含有率の増すにつれて大きくなっているが、他の3区域では粘土含有率に関係なく70%前後のものが多い。これはボタ山カット区域のボタは他の3区域のボタと比べて物理的、化学的に違った変化を受けて細粒化したものと考えられる。

遠心含水当量試験においては、34試料のうちウオーターロッキングしたものが15試料ある。15試料のうち、地下水位以上の試料は9個、地下水位以下の試料は6個である。遠心含水当量と塑性指教

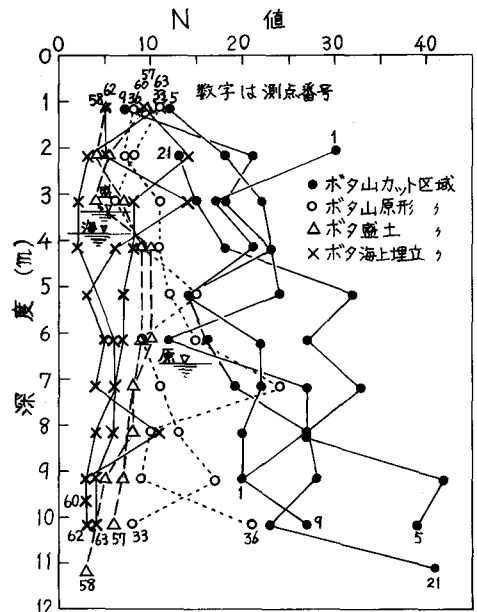


図-2 各区域別の深度とN値の関係

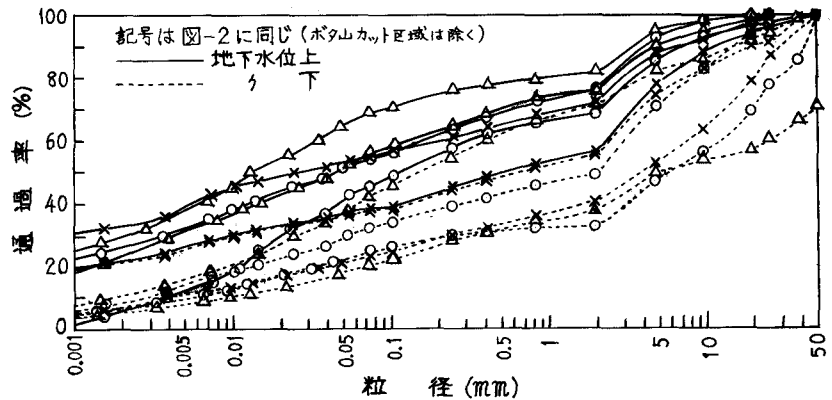


図-3 各区域別の地下水位上下の粒径加積曲線の範囲

表-1 一軸圧縮試験結果

区域	地下水位より	試料の状態	含水比 %	湿潤密度 g/cm^3	一軸圧縮強さ kg/cm^2
ボタ盛土	下	乱さない 練堀た	25.4~34.2	1.80~1.89	0.07~0.10
			22.9~33.4	1.79~1.90	0.07~0.16
ボタ海上埋立	下	乱さない 練堀た	18.9~21.4	1.86~1.94	0.09~0.23
			18.9~21.7	1.84~1.92	—~0.33

との関係は、図-5の液性限界と塑性指数の関係ほどではないが、図-7に示すように相関関係がありそうである。

ボタの物理的試験結果と地下温度の関係を示したのが図-8~図-10である。図-8に

よれば、地下温度の増加につれて粘土分が多くなっているようであるから、地下温度が増加すれば生ボタの細粒化が進むと考えてよい。また、地下温度が同じであれば、地下水位より上方で粘土分が生成されやすいともいえるようである。地下水位以下ではあとで図-11で示すように、一般に地下水位以上に比べて地下温度が低下するので、生ボタの細粒化は地下水位以下では抑制されることになる。図-9、図-10によると、液性限界や遠心含水当量は地下温度との関係が明らかでない。

一軸圧縮試験のために、シンウォールサンプラードで採取した試料は乱されていたようで、どの試料についても、そのまま成形し

て得た一軸圧縮強度は、これを繰り返して成形した供試体の一軸圧縮強度より小さかった。一軸圧縮試験の結果を表-1に示す。

地耐力試験としては、標準貫入試験の結果から最も軟弱と思われるボタ海上埋立区域の43-No.4において、上

置きマサ土0.5mとボタ1mを掘りとったあとのボタ地盤上で、平板載荷試験を行なった。地下水位は^板載荷から約2m下である。その結果は降伏荷重度は13.2 t/m^2 、20mm沈下時の荷重度は23.1 t/m^2 、

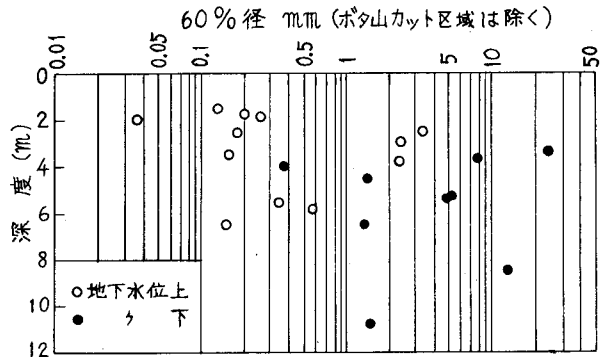


図-4 深度と60%径の関係

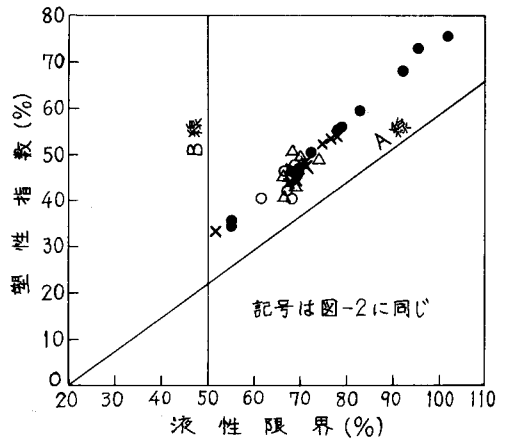


図-5 塑性図

て得た一軸圧縮強度は、これを繰り返して成形した供試体の一軸圧縮強度より小さかった。一軸圧縮試験の結果を表-1に示す。

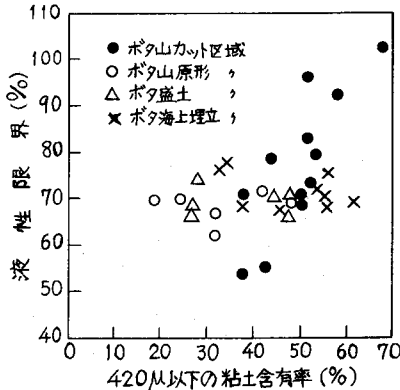


図-6 液性限界と粘土含有率の関係

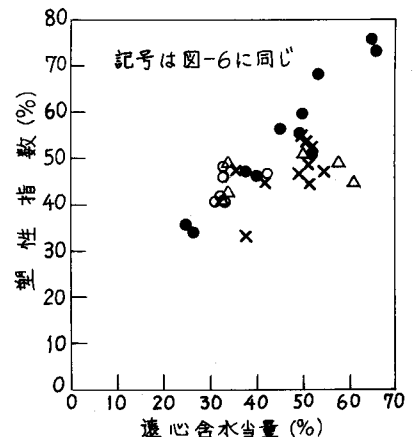


図-7 塑性指数と遠心含水当量の関係

極限支持力
度は 27.5
t/m² を得た
。
4. 地下温
度と有害ガ
スの調査結
果

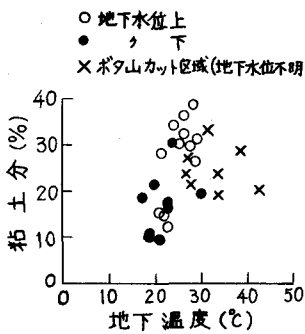


図-8 粘土分と地下温度の関係

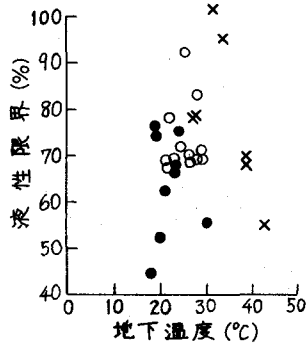


図-9 塑性限界と地下温度の関係

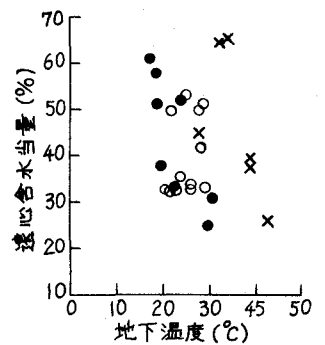


図-10 遠心含水当量と地下温度の関係

深度と平

均的な地下温度の関係を区域別に示したのが図-11である。地下温度は昭和43年9月の測定では、ボタ山カット区域が最も高く、最高51℃で多くは25~40℃である。その他の区域では1部に30℃のところがあるが、大部分は25℃以下である。これらの地下温度を41年8月の測定値と比べると、図-12のように60℃であったものが、2年の経過で30℃まで低下している。したがって、今後2年もたてばボタ山カット区域でも30℃以下になり、自然発火の可能性はないものと推測される。

有害ガスについては、一酸化炭素と硫化水素とは発生が認められなかった。亜硫酸ガスと炭酸ガスの発生はボタ山カット区域で最も多かったが、それでも人体に有害な量ではなかった。

5. むすび

ボタ山を利用して宅地を造成する場合には、初めに述べたようにいろいろな問題点を生ずることになる。したがって、事前に十分な調査が必要であり、ボタ山がそこにあるからといって、宅地その他への安易な利用は慎しまねばならない。本調査区域では、問題点についておおよそ無難な調査結果を得られたのは幸いである。終りに、本調査結果の発表を許された日本住宅公団に謝意を表する次第である。

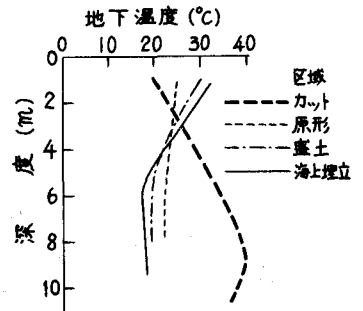


図-11 深度と地下温度の関係 (昭和43年調査)

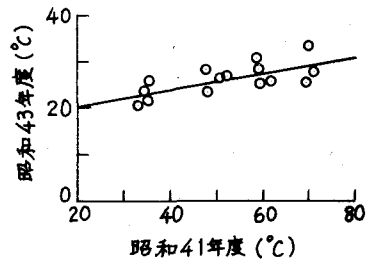


図-12 地下温度の経年変化

参 考 文 献

- 1) 山内豊聰：ボタの土への利用に関する土質工学的考察，九州鉱山学会誌，Vol. 35, No. 1, p. 64~65, 昭. 42. 1.
- 2) 日本住宅公団福岡支所：豊浜地区地盤改良工事改良結果報告書，昭. 41. 10.
- 3) 福岡鉱山保安監督部：ボタ山崩壊とその防止法，P. 18, 昭. 34. 3.
- 4) 日本住宅公団福岡支所：豊浜地区ボタ調査報告書，附図-3, 昭. 41. 8.