

ガス導管工事における発生土の有効利用に関する研究

福岡大学工学部 学生員 ○稲光真一
 福岡大学工学部 正会員 佐藤研一
 福岡大学工学部 正会員 吉田信夫
 西部ガス(株)総合研究所 豊田康弘

1.はじめに

現在、我が国における建設工事等による発生土は平成 7 年の調べ¹⁾で、4.4 億 m^3 と多量に発生している。このため、土捨場の不足や交通公害等の様々な問題を引き起こしている。そこで建設省は、この問題に対して国レベル²⁾で取組み、発生土のリサイクル化を促している。しかし、発生土が多種多量なため格一化した再利用の方法が難しいのが現状である。特に埋設管工事では、改良を施した発生土を用いる場合、強度発現の大小の違いにより埋設管の不等沈下や再掘削時に支障をきたす等の問題を生じる。そこで本研究では、ガス導管工事に着目して、現場から発生する土の物理・力学特性を把握するとともに、再利用への分類を行った。さらに生石灰による改良工法を適用し、建設発生土のガス導管工事への有効利用について検討した。

2.研究概要

本研究は、図-1 に示す福岡市内とその近郊 18 現場 24 試料について試料採取を行い、各種実験を行った。実験は、土粒子の密度試験、粒度試験と締固め試験を A 法により実施した。また、発生土の強度を把握するため、採取試料の中から粒径の異なった 5 種類の代表試料による設計 CBR 試験を行い、さらに生石灰添加による改良効果についても調べた。設計 CBR 試験は E 法の締固め回数 67 回で行った。また、改良土の設計 CBR 試験は、日本道路協会の舗装試験法便覧³⁾に準じて、改良後 24 時間以内にモールドへ突固め、気中養生 6 日、水浸 4 日で行った。生石灰添加量は、試料の乾燥重量に対して、1%、3%、5% の 3 種類とした。さらに発生土の分類のため、FK 法^{4) 5)}と発生土の土質区分による土質判定を行っている。

3.実験結果及び考察

(1) 建設発生土の物理特性の把握

図-2 に、今回採取した建設発生土 24 種類における、粒度加積曲線を示す。粒度分布が広範囲に広く分布し、細粒分含有率も約 5~65% と大きく異なっていることが分かる。また、19mm 以上の粗礫(コンクリート片を含む)が多分に含まれる試料もあり、現場の違いによって粒径に大きな差が見られる。そこで、日本統一土質分類による分類を行い、その統計結果について図-3 に示した。発生土は、比較的砂質土に分類されるものが多いことが分かる。これは、未改良のまま利用可能なものが多く含まれていることを示している。次に各試料の締固め試験による最大乾燥密度と細粒分含有率の関係を図-4 に示している。同一分類の試料は、ほぼ同じ領域にプロット点が集まっており、礫から順に細粒分が増えるに従い、おおよそ最大乾燥密度が減少する傾向を示している。しかし、同程度の細粒分含有率でも最大乾燥密度に差があり、他の試料よりも低く、非常に締固め難いものが存在することが分かる。有効利用する際には、この点に注意する必要がある。

(2) 代表試料の発生土の分類

全試料の中から粒度分布の異なる 5 種類の代表試料の粒度分布と物理的性質を図-5 及び表-1 にそれぞれ示す。5 つの試料は、砂、砂質土、細粒土

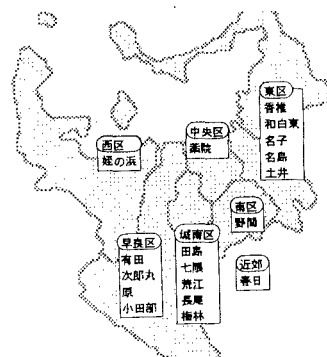


図-1 福岡市試料採取現場図

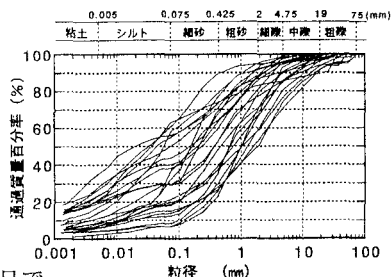


図-2 全試料の粒度加積曲線

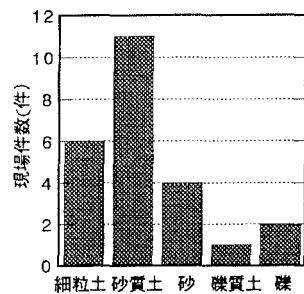


図-3 土質分類度数分布

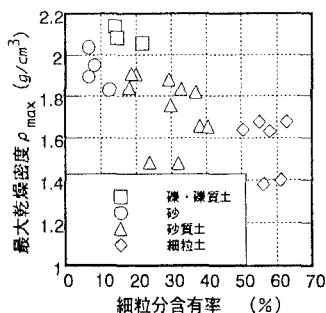


図-4 最大乾燥密度-細粒分の関係

のそれぞれに分類されるものを使用した。また、礫及び礫質土は、非常に強度が期待できるため検討の対象外とした。図-5 より、小田部は、最も細粒分が多く、これに対し、原の試料は粒径が均一で細粒分も少ない事が分かる。またどの試料も自然含水比が非常に高く、最適含水比を大きく上回っている試料もあることが分かる。一方、FK 法による発生土の良否の判別を行った結果を表-1 と図-6 に示す。図-6 は、FK 法の良土のグラフ範囲を示し、各試料の自然含水比と細粒分含有率をプロットした。図中の2つの線に囲まれた良土判定の領域は、設計 CBR4~6%以上を基準に自然含水比と FK 法流出量 12.5%以上の2つの項目に着目し、良土を判定する方法である。この基準を用いて、良土判定を行うと、原の試料のみが良質土となった。一方、建設発生土利用技術マニュアルによる詳しい土質区分を粒度分布と自然含水比から求めた結果、原、土井、七隈の試料は、第2b種発生土以上に分類されており、埋戻し土にそのまま用いて良いと考えられる。この基準によると FK 法といった簡便な判別法以外に粒度分布や自然含水比を考慮に入れる事により、発生土の利用できる範囲が広がることが分かる。

(3) 代表試料の強度特性と改良効果

各代表試料の強度特性を調べるため、CBR 試験を行った。図-7 にそれぞれの試料の細粒分含有率と設計 CBR 試験結果を示す。一般に路床土の CBR 値は 6%以上と言われており、砂に分類された原と土井の発生土と砂質土である七隈の試料については、その基準を満たす強度を示している。これに対し、春日と小田部の2試料は、設計 CBR の強度がほとんどなく、このままでは使用できず、改良が必要である事を示している。そこで図-8 に生石灰添加に伴う強度の変化を示している。石灰は、細粒分と水分に反応して、固化するため細粒分の少ない原の試料については、あまり効果が現れなかった。また、図-8 の結果より、不良土の春日と小田部の試料は、それぞれ 0.4%、2.6%の生石灰添加で基準の設計 CBR6%を満たす事が分かった。また、細粒分が多くなると、生石灰添加に伴う設計 CBR が大きく増加するため、細粒土では、過剰な石灰添加による掘削性の低下に注意しなければならないといえる。次に、図-9 に細粒分含有率と設計 CBR6%となる生石灰添加率を示した。生石灰添加は、細粒分含有率約 25%から必要となる。この結果から判断すると、設計 CBR6%の強度を保つには、細粒分が 10%増加するにつれ、約 0.8%の添加が必要である。

4. 結論

ガス導管工事で発生する土は細粒土と砂質土に分類されるものが多かった。発生土の良否判定を行う時、FK 法といった簡便な判別法以外に粒度分布や自然含水比を考慮に入れる事が有効利用につながる事が示された。不良土と判定された発生土もわずかな生石灰添加により CBR 値の基準を満足し、有効利用が可能であることが明らかになった。

<参考文献>1) 建設発生土利用技術マニュアル 土木研究センター 1994 2) 改良工法マニュアル 土木研究センター p2, p.32~45 1997
3) 土質試験の方法と解説 地盤工学会 p240 1990 4) 掘削土簡易判別法 FK 法 大阪ガス報告書 5) 福岡市における掘削土の土質改良の基礎的研究 (第一報) 吉田信夫ら 土木学会第41回年学術講演会 1986

表-1 代表試料の物理特性

	土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	最大乾燥密度 $\rho_{\text{max}}(\text{g/cm}^3)$	最適含水比 $w_{\text{opt}}(\%)$	自然含水比 $w(\%)$	細粒分含有率 $F_c(\%)$	FK法流出量 (%)	分類	発生土区分
原	2.643	1.898	11.60	16.36	6.47	4.5	砂	第1種発生土
土井	2.546	1.908	11.62	12.63	18.82	12.7	砂	第1種発生土
七隈	2.575	1.833	13.38	27.92	12.35	16.6	砂質土	第2b種発生土
春日	2.503	1.755	15.82	22.41	30.00	18.4	砂質土	第2c種発生土
小田部	2.611	1.478	23.97	46.79	58.60	74.4	細粒土	第4b種発生土

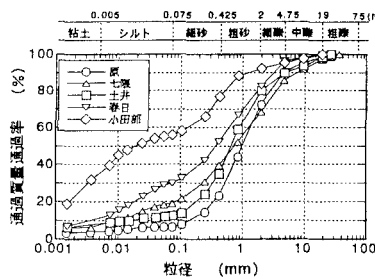


図-5 代表試料の粒径加積曲線

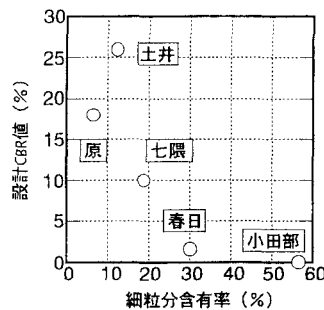


図-7 細粒分-設計CBRの関係

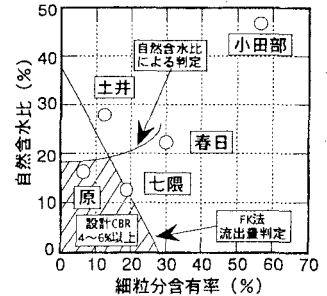


図-6 FK法プロット図

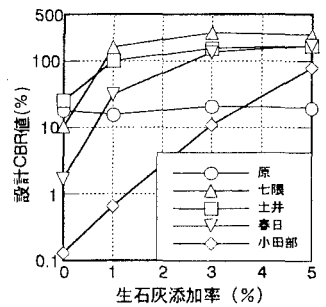


図-8 添加率-設計CBRの関係

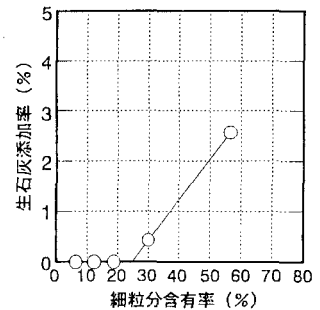


図-9 細粒分と添加率の関係