

ガス導管工事における建設発生土の簡易判別法の検討

福岡大学 正 佐藤研一 福岡大学 正 藤川拓朗
西部ガス（株） 正 豊田康弘 出口邦子

1. はじめに ガス導管工事等の発生土の埋戻しには、一般には購入砂（天然の砂）を用いている。したがって、現地発生土の多くは、有効利用されず埋立て処分されている。しかし、埋立地の減少や埋戻し砂の入手難などの問題があり、ガス工事における資源循環型の発生土の有効利用が急務とされている。そこで本研究は、図-1 に示す有効利用法を提案し、現場における建設発生土の簡易判別法の確立、ライフライン工事における流動化処理工法の確立、循環型再生流動化処理工法の確立、環境コストを考慮に入れた経済性の評価の4つについて検討を行った。今回は、現場における建設発生土の簡易判別法について報告する。

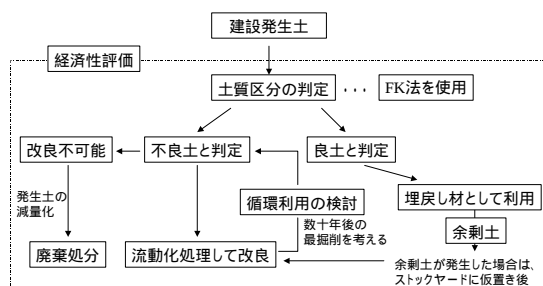


図-1 有効利用法のフローチャート

2. ガス導管工事における発生土の現状と課題 実験で使用した5都市における現地発生土の試料数の内訳を表-1 に示す。採取した現地発生土より得られた5都市の細粒分の関係を図-2 に示し、土質区分¹⁾の分布を図-3 に示す。福岡市、北九州市は比較的、細粒分が少なく良質な建設発生土が多く分布している傾向が見られた。これは、福岡市や北九州市は、他都市と比べ、頻繁にガスをはじめとするライフライン整備が行われているため、工事箇所と既設の工事箇所と重なることが原因と考えられる。表-2 に各都市の埋戻し基準を示す。表より、各自治体によって埋戻し基準が異なっている事が分かる。

表-1 実験に使用した現地発生土の内訳

調査場所	試料数
北九州市	31
福岡市	28
熊本市	19
長崎市	16
佐世保市	15
合計	109

特に、北九州市、熊本市では埋戻し材に全て砂を用いると規定されているため、第1種発生土の少ない熊本市では、発生土の有効利用が難しいことが伺える。したがって、今後各都市の発生土に応じた埋戻し法の確立が急務である。

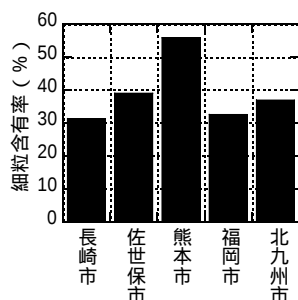


図-2 5都市の細粒分の関係

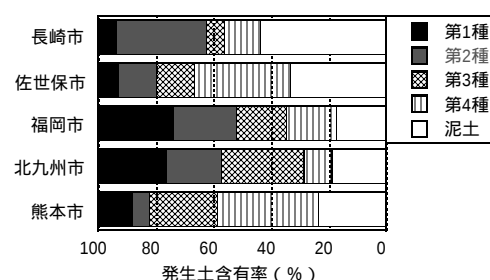


図-3 5都市の発生土区分分布

3. 新しい建設発生土簡易判別法 建設発生土を効率的に有効利用するためには、現場で発生した建設発生土の土質区分を簡易に判別することが重要である。現在、発生土の土質区分を簡易に判定する方法として大阪ガス（株）が考案したFK法がある²⁾。本研究では、このFK法を九州で発生する建設発生土に用いて、九州各都市の埋戻し基準に応じた新しい判定方法について検討を行った。

3.1 検討方法 FK法器具を写真-1 に判定方法のフローを図-4 に示す。判定方法は湿潤試料を容器内に200g入れた後、重垂で10回突き固め、フルイの周りや試料上面に水が染み出たら不良土とする。その後、水洗い後の残留分質量が165g以下となっても不良土と判定される方法である。そこで本研究では、FK法の結果と新たに福岡市、北九州市の建設発生土、粒度調整を行った試料土を用いて、このFK法の検証と九州地方の地域特性に応じた新しい建設発生土簡易判別法の提案を行った。

3.2 結果及び考察 表-1 に示した全発生土試料を対象に行った、5都市全試験における細粒分含有率と初期含水比の関係を図-5 に示す。FK法により図中の判定1、判定2で囲まれた範囲が良土範囲を示すものである。結果より、

表-2 各都市の埋戻し基準

都市名	適用地盤	埋戻し条件		
		材料	CBR値	その他
北九州市	全体	砂	修正CBR15%以上	細粒分10%以下
	仮設路盤	砕石、鉋さい	修正CBR20%以上	塑性指数6以下
	路盤		修正CBR80%以上	塑性指数4以下
福岡市	管周り	発生土	設計CBR12%以上	細粒分10%以下
	路床及び路体	発生土		細粒分25%以下
熊本市	-	埋戻し材には、全て砂を使用すること		
長崎市	-	第2種発生土以上	設計CBR8%以上	細粒分25%以下

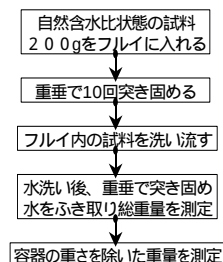


写真-1 FK法器具 図-4 FK法判定方法のフロー

FK 法は土質区分を容易に判断する手段として有効である事がわかる。しかし、これだけでは各都市に応じた判定が定まっていないため、発生土の適用用途が限られてしまう。検討に用いた現地発生土の物理特性を表-3 に示す。本研究では、これらの現地発生土を用いて、室内 CBR 試験と FK 法との関連性について検討を行った。図-6 に初期含水比と室内 CBR の関係を示す。室内 CBR 値は含水比の増加とともに低下していることが分かる。また、建設発生土の含水比が 5～20%以内の範囲であれば、室内 CBR 値は 20～80%と高い値を示し、福岡市及び長崎市の埋戻し基準を満たすことが分かる。図-7 に初期含水比と FK 残留質量の関係を示す。FK 残留質量と初期含水比には一義的な相関性が見られ、その関係は、

$$w=58.9-B/3.6 \quad (w: \text{初期含水比}, B: \text{FK 残留質量}) \quad \dots$$

の 1 次式で示すことができる。この関係より、FK 残留質量が分かれば、自然含水比を求めることが可能であることがわかる。つまり FK 法は初期含水比の影響に大きく左右されることが伺える。この式を用いて、初期含水比 20%以上と判定された建設発生土は、図-6 に示す初期含水比と室内 CBR の関係より、不良土の可能性が極めて高いことが示唆される。

図-8 に FK 残留率とコーン指数の関係を示す。コーン指数の増加に伴い FK 残留率は増加する傾向にあるが、FK 残留率が 80～100%の範囲で最も高い値を示すことがわかる。すなわち細粒分が少ない試料ほどコーン指数が大きくなることがわかる。図-9 に FK 残留率と室内 CBR との関係を示す。この図より FK 残留率が高いほど、室内 CBR は高くなることがわかる。また、FK 法の判定 1、2 の規定に関係なく福岡市と長崎市の埋戻し基準を満たすためには、FK 残留率が 75%以上であれば、埋戻しが可能であるということが示唆された。以上のことから、埋戻しされた地盤の強度の指標として用いられるコーン指数が CBR 値と FK 残留率には、一義的な関係が見られることが示された。今後、さらに試料数を増やすことにより FK 法の残留率から各都市の基準に応じた新しい判別法を提案できる可能性が明らかになった。

5. まとめ

初期含水比が 5～20%以内の範囲であれば、設計 CBR は 20～80%と高い値を示すことが明かになった。FK 残留質量がわかれば、初期含水比を推定できることが示された。また、FK 残留率を用いることにより、発生土を用いた埋め戻し土の地盤強度も推定できることが明らかになった。発生土簡易判別法である FK 法は九州地方においても十分に使用可能であることが示された。しかしながら、地域特性と各都市の埋戻し基準に応じた利用法の検討が肝要であることがわかった。

参考文献 1) (財)土木研究センター:建設発生土利用技術マニュアル(第2版) pp24,1997,
2)佐藤他:「ガス導管工事における建設発生土の地域特性に関する研究」第37回地盤工学会発表 pp.731～732,2002,

表-3 新しい判定法のために用いた現地発生土

調査場所	含水比 (%)	細粒分 (%)	土質区分	CBR値 (%)	FK判定
福岡市	土井	13.4	第1種	26.0	○
	七隈	11.6	第2b種	10.8	○
	室見団地	8.6	第1種	63.8	○
	駅前2丁目	12.4	第1種	75.9	○
	駅前3丁目	10.5	第1種	6.3	○
	香椎2丁目	13.5	第2c種	31.1	×
	大平寺	17.6	第2b種	15.6	×
	住吉	23.2	第2c種	2.5	×
北九州市	原	11.6	第1種	34.7	○
	天籟寺	21.3	第4b種	2.6	×
	浅生	28.3	第4a種	3.0	×
	春日台	51.3	粘土	1.8	×
	勝山	26.3	第4a種	3.0	×
	南ヶ丘	8.6	第1種	70.4	○
	花尾	13.5	第1種	16.1	○
熊本市	琴平	21.9	第1種	1.3	○
	長嶺南	32.0	第2a種	3.1	○
長崎市	まなび野	16.9	第2b種	23.3	○
	愛宕町	16.4	第2b種	88.2	○
	赤迫町	4.1	第2a種	3.2	○
	滑石町	11.9	第2a種	71.8	○
佐世保市	春日町	12.9	第3b種	50.3	×
	泉町	28.8	第4b種	11.9	×
	谷郷町	19.3	第4a種	3.9	×
	黒髪町	41.8	粘土	1.6	×
	八幡町	23.9	粘土	1.0	×
	木風町	43.7	第4b種	1.8	×
	松川町	17.1	第2c種	14.0	×
試料調整土	10.0	10.0	第1種	37.5	○

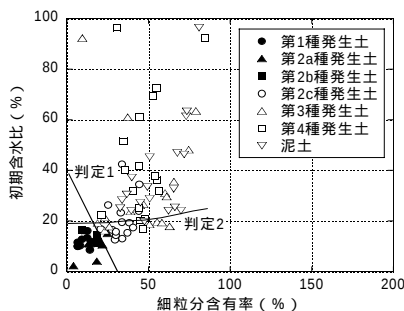


図-5 細粒分含有率と初期含水比の関係

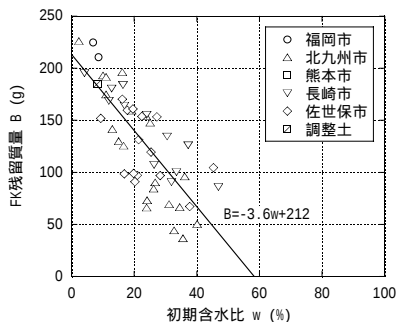


図-7 初期含水比とFK残留質量の関係

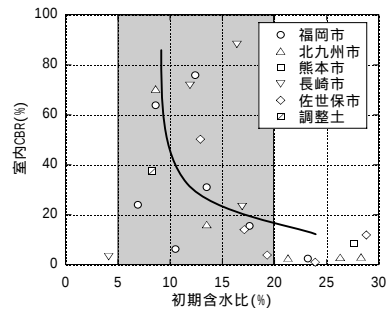


図-6 初期含水比と室内 CBR の関係

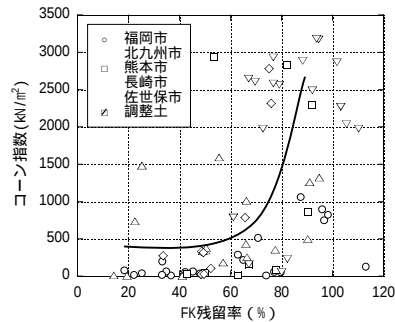


図-8 FK 残留率とコーン指数の関係

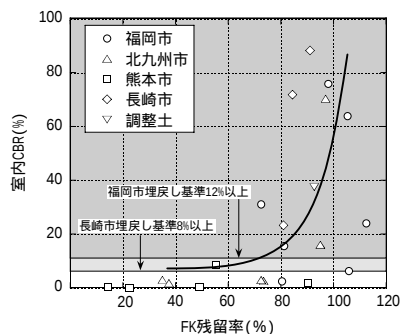


図-9 FK 残留率と室内 CBR の関係