

ガス導管工事に伴う建設発生土の地域特性とその有効利用

福岡大学工学部 学生会員○石松和孝 正会員 佐藤研一、吉田信夫
西部ガス(株) 総合研究所 正会員 豊田康弘、森研二

1.研究目的

現在、ガス導管工事等の地中埋設管の埋戻しには天然骨材である砂による埋戻しが行われている。しかし、埋戻し材として天然骨材を用いることは環境問題からその枯渇地により入手が困難となり社会問題となっている。一方、建設により発生する土は、土砂運搬に伴う交通公害を引き起すばかりではなく、有効利用できない場合は最終処分場に廃棄されるため、確実に処分場の寿命を縮めている。そこで本研究では、福岡市における発生土の現状とその有効利用の検討¹⁾に引き続き、北九州市地区に調査範囲を広げ調査した。本報告は北九州市におけるガス導管工事から発生する土の土質性状調査と有効利用の検討を行った結果について報告する。

2.試料および実験概要

本研究では図-1に示す北九州市のガス導管工事により発生する建設発生土を調査試料とし、全7区から3ヶ所づつ採取した計21ヶ所であり、各試料について物理・力学特性を実施した。実験内容は、含水比試験、密度試験、液性限界・塑性限界試験、粒度試験、コーン貫入試験、FK法²⁾の7種である。これらの試験結果から北九州市の各地の地域特性の把握及び発生土の土質区分³⁾を行った。また調査した21試料の中から細粒分と土質区分に着目し、5種類の代表試料を決定し有効利用の可能性を調べるために改良を行った後、設計CBR試験、コーン貫入試験を実施した。

3.実験結果および考察

3-1.物理・力学特性

図-2に今回調査を行った全試料の粒径加積曲線を示す。発生土の粒度分布は一様な分布をしておらず、細粒分含有率が5%~70%と大きく異なっていることが分かる。

また、最大粒径が粗粒という試料が多く、地域によって粒径に大きな差があることが分かる。表-1に全試料の物理・力学特性を示す。発生土を分類する際の重要なパラメータであるコーン指數に着目すると沖台、里中、山路と8000kN/m²を超える値を示した試料がある一方、東小石町や南八千代町のように100kN/m²にも満たない試料もあり、ガス工事により発生する土が必ずしも均一な材料でない事がわかる。細粒分をみると、60%以上含まれている試料が5試料、30%以上含まれているものは13試料と全体的に細粒分が多く存在していることが分かる。次に図-3に含水比とコーン指數の関係をまとめている。この図より現場含水比の増加に伴いコーン指數は小さくなっている。特に15%を超えると著しく低下しており、ほとんど貫入抵抗を示さない材料であることが分かる。さらに細粒分とコーン指数の関係を図-4に示す。両者の関係も細粒分の増加とともにコーン指数が低下している。これらの結果は細粒分の多い試料が保水性が高く、締固まりにくい材料であることを示している。

3-2.発生土の土質区分

以上の結果より発生土の土質区分を行った結果を表-2に示す。建設省が定めた基準により改良を施さなくとも再利用が可能と考えられている第2種発生土以上は9試料となった。これは過半数も満たしておらず、北九州市の地盤は軟弱な地盤が多く、再利用しにくいことを示している。またこの結果と北九州市の埋戻し基準値である細粒分含有率10%以下とを比較した場合、現場での埋



図-1 調査現場図

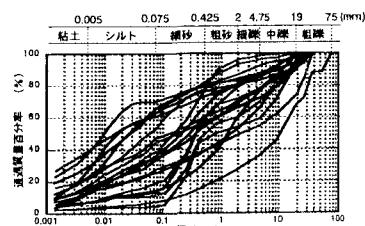


図-2 粒径加積曲線

表-1 物理・力学データ

	含水比 (%)	密度 (g/cm ³)	コーン指數 (kN/m ²)	塑性指數 (Ip)	最大粒径 (mm)	液分 (%)	砂分 (%)	細粒分 (%)	均等係数	曲率係数	FK法強度 (g)
戸畠区	16.2	2.62	8044	NP	26.5	40.0	48.5	11.5	145	2.49	196
若松区	2.3	2.57	1236	NP	26.5	46.1	49.9	4.00	37.4	0.13	226
天神寺	35.6	2.58	752.0	10.4	19.0	7.11	27.3	65.6	—	—	36.7
若松町	13.0	2.62	5033	13.8	26.5	31.6	34.5	33.9	44.2	0.58	141
東小石町	24.1	2.63	80.44	20.5	37.5	13.7	16.5	69.8	—	—	73.3
本町	19.2	2.70	470.9	NP	26.5	34.2	47.1	18.7	71.8	2.98	159
小倉北区	15.0	2.75	2119	13.2	26.5	47.3	27.8	24.9	61.3	3.05	130
志井原羽田	16.6	2.73	2815	6.30	37.5	50.7	21.6	27.7	266.1	0.61	126
若園	34.5	2.52	1952	NP	53.0	31.8	23.9	44.3	—	—	66.6
小倉北区	10.0	2.64	7338	NP	75.0	72.8	20.5	6.70	84.3	2.64	193
東小石	26.7	2.62	632.7	11.6	37.5	30.4	22.6	47.0	—	—	90.4
片野	40.1	2.62	376.7	10.9	37.5	19.6	44.8	35.6	93.70	1.31	50.5
八幡西区	36.1	2.60	348.3	7.50	26.5	15.2	29.7	55.1	—	—	96.1
南八千代町	25.1	2.71	93.20	21.8	26.5	21.8	45.5	32.7	347	3.84	148
里中	11.0	2.64	8800	NP	26.5	28.1	58.6	13.3	40.2	0.45	192
八幡西区	11.0	2.62	10399	NP	37.5	40.4	45.7	13.9	142	8.02	175
接光	31.1	2.63	623.9	12.4	37.5	19.9	19.9	60.2	74.0	0.49	69.5
昭和町	26.2	2.65	529.7	4.40	37.5	33.1	22.3	44.7	49.0	—	84.4
八幡西区	23.8	2.66	574.9	NP	19.0	4.20	56.9	38.9	68.3	1.10	154
西新町	24.0	2.70	134.4	15.1	37.5	19.8	17.9	62.3	—	—	66.3
東新町	32.7	2.68	154.0	43.1	26.5	17.6	17.0	65.4	—	—	44.4

戻しが可能となる材料は初音町と篠崎の2試料のみであった。このように建設省の基準を満たした材料であっても都市が定めた埋戻し基準を満足できなければ使用不可となる。今後発生土の有効利用を考えるのであれば、都市の基準の緩和が必要だと思われる。次に表1、図5にFK法による発生土の再利用判別を行なった結果を示す。FK法は試料200gを特殊なふるいを用いて細粒分を洗い流し、残量試料が165g以上の場合良土と判断する。図5には良土範囲を斜線で示し、自然含水比と細粒分含有率により福岡市の材料と共にプロットした。その結果、表1で良土と判断される材料はすべて図5の良土範囲にプロットされ、第1種発生土であった。FK法はあくまで簡易的に判定を行なう試験であるため、第2種発生土も不良土となりこれでは使用できない。よって各都市ごとの良土範囲を緩和することにより、より一層現場での再利用が可能になると思われる。

3-3. 生石灰による改良効果の把握

各代表試料の強度特性を調べるために、設計CBR試験とコーン貫入試験を行った。代表試料は第1種発生土以外から細粒分含有率が10~15%間隔になるよう選別した。図6に細粒分含有率と設計CBR試験の結果を示す。一般に路床土の設計CBR

値は6%以上となっており、この基準を満たしているのは若園だけであった。図7に生石灰添加率と設計CBR値の関係を示した。すべて増加しており、設計CBR値0%だった南八千代町は添加率0.83%で、東小石町も添加率0.99%で設計CBR値6%を満たすことが分かった。図8に生石灰添加に伴う強度変化を示す。添加率が1%の時点で泥土に分類されていた東小石町や南八千代町も第2種発生土に分類される基準値、800kN/m²を満たすほどの強度増加が確認できた。次に図9に福岡市、北九州市の細粒分含有率と生石灰添加率を示す。福岡市と北九州市のいずれの場合においても両者には相関性が見られないことがわかる。しかし、この図より設計CBR値6%を満たすためには細粒分含有率に関係なく生石灰添加率が1%程度必要であることが分かった。これらの結果のように少量の添加率で建設省や設計CBR試験に定められている規準値をクリアできる。しかし、北九州市が定める基準値である細粒分含有率10%以下を満たしていないので再利用できないのが現状である。今後、発生土の有効利用を行なうには、基準値の緩和や改良土の強度発生を考慮にいれた基準作りが必要であると思われる。

4.まとめ

(1)北九州市の発生土は均一な粒径をしておらず、細粒分が多く締固まりにくい材料である。(2)21試料のうち9試料が発生土区分では再利用可能であるが、北九州市の基準と比較すると2材料のみであった。(3)FK法による分類法では第1種発生土に区分された試料のみが良土と判定された。(4)生石灰の混入により、すべての材料において設計CBR値の基準値を満たし、北九州市の発生土は生石灰添加率1%程度で基準を満たすことができる事が分かった。今後は基準値の緩和や改良土の強度を考慮した基準を考えなければならないと思われる。

参考文献：1) 佐藤他：ガス導管工事により発生する土の有効利用法の検討、第35回地盤工学研究発表会、pp.187~188、2000 2) 大阪ガス：掘削土簡易判別法FK法、大阪ガス報告書 3) 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）

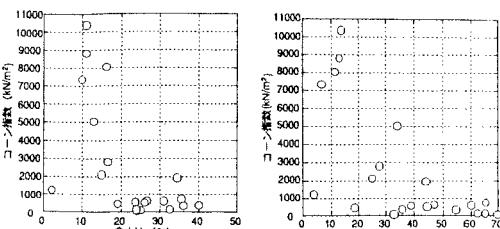
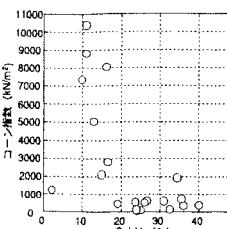


図3 含水比とコーン指数の関係 図4 細粒分とコーン指数の関係

表2 発生土質区分

地区	第1種 発生土		第2種 発生土		第3種 発生土		第4種 発生土		良土	
	第1種 発生土	第2種 発生土	第3種 発生土	第4種 発生土	第3種 発生土	第4種 発生土	第3種 発生土	第4種 発生土	第3種 発生土	第4種 発生土
戸畠区	井台 折原 天保寺									
若松区	赤池町 東小石町 本町									
小倉南区	企ヶ丘 吉井黒羽町 若園									
小倉北区	上三野 片野									
八幡西区	柳原水 南八千代町 東中 八幡東区									
門司区	若松町 西新町 東新町									

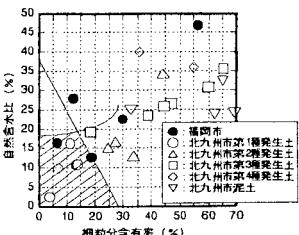


図5 FK法プロット図

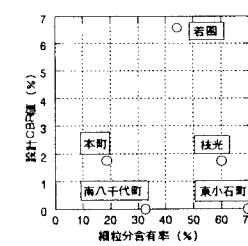


図6 細粒分-CBR値の関係

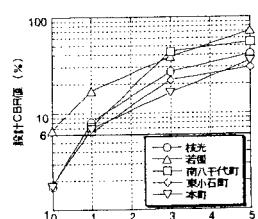


図7 添加率-CBR値の関係

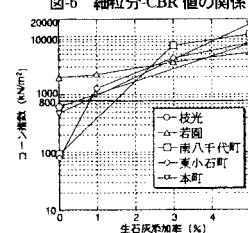


図8 添加率-コーン指数の関係

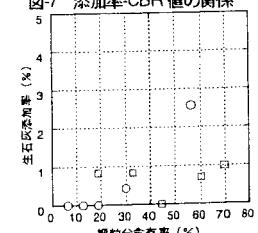


図9 細粒分-添加率の関係