

ガス導管工事において埋戻しされた路床の評価に関する実験的検討

福岡大学工学部 学生員○稲光 真一 川橋 英子

福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 吉田 信夫

西部ガス総合研究所 永住 修平 森 研二

1.はじめに

北海道南西沖地震や兵庫県南部地震等において地下構造物である埋設管などのライフラインが数多くの被害^{1) 2)}を受けた。この被害の中には、管渠埋戻し工事における、管敷設後の周辺地盤や、敷設下部の埋戻し砂の締固め度の不足が原因で液状化が発生したと考えられるものが見られた。また、路床の締固め不足は、交通荷重等による路面の陥没を引き起こすため大きな問題となってくる。そこで、本研究では福岡市における埋戻しの現状を把握するため、ガス導管工事現場における埋戻し工事において現場調査を実施した結果について報告する。

2. 実験概要

本調査は図-1 に示すように、福岡市内のガス導管敷設工事の 18 現場（延べ 26 箇所）について行った。各現場における測定内容は、路床部分の埋戻し転圧後の地盤について、簡易支持力測定器により路床上部の強度を調べると同時に、現場密度試験により締固め度の把握を行った。図-2 に現場断面図を示した。各工事現場に 1 測点に対し支持力は 3 回測定した平均値を用い、同一ポイントで現場密度試験を実施した。また、測定は 1 現場に対し、1~2 箇所の計測を実施した。室内試験はこの現場埋戻し試料を採取し、土粒子の密度試験、粒度試験、締固め試験を行い、埋戻し砂の特性の把握を行った。

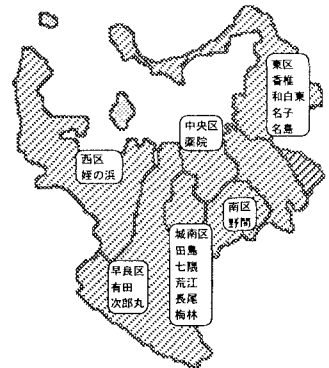


図-1 調査現場図

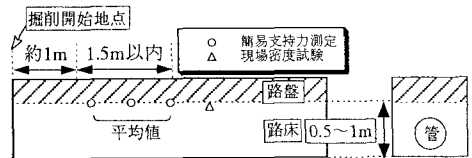


图-2 掘削断面图

表-1 土粒子の物理特性

現場名	土粒子密度 $\rho_s(g/cm^3)$	均等係數 U_c	細粒分含有率 $F_c(\%)$
香椎 1	2.640	11.25	10.0
香椎 2	2.642	3.78	2.4
和白東	2.679	7.73	5.3
名子 1	2.653	8.57	5.9
名子 2	2.691	8.29	5.8
名島	2.807	8.93	5.8
野間	2.663	14.00	5.9
栗院	2.626	10.65	8.2
田島	2.674	6.67	2.4
七隈	2.617	12.12	7.6
荒江	2.664	17.11	7.1
長尾	2.657	10.92	7.1
梅林	2.713	11.75	4.1
有田	2.678	13.88	7.1
次郎丸 1	2.657	20.40	8.2
次郎丸 2	2.632	20.11	8.8
次郎丸 3	2.653	29.60	12.3
姫浜	2.709	19.23	7.1

3. 実験結果及び考察

3-1 埋戻し砂の物理力学特性

表-1 に現場より採取した埋戻し砂の土粒子の密度 ρ_s 、均等係数 U_c 、細流分含有率 F_c を取りまとめている。また、各現場試料の粒径加積曲線を図-3 に示したがその粒径はほぼ同一で、その主成分は砂分となっておりその割合は、50%以上を占めていることが分かる。

3-2 締固め効果に及ぼす含水比と粒径の影響

図4に締固め試験結果を示す。埋戻し砂の最大乾燥密度 ρ_{dmax} は、 $1.83 \sim 1.95 \text{ g/cm}^3$ と比較的広範囲に分布しているが、最適含水比 W_{opt} は、 $11 \sim 15\%$ とほぼ同様の結果を示した。最適含水比 W_{opt} と自然含水比 W_n の関係について図-5に示す。全ての現場において自然含水比 W_n は最適含水比 W_{opt} よりも小さくなっている。したがって、現場において埋戻し砂を散水などによる含水比調整を行えば、より良い締固めが行われると考えられる。次に図-6に粒度分布から得られる細粒分含有率 F_c と最大乾燥密度 ρ_{dmax} との関係をまとめた結果を示す。最大乾燥密度 ρ_{dmax} は、細粒分が多いほど、大きくなる傾向を示した。これは、前述したが埋戻し砂の砂分が50%以上あり、粒径が均一なため、細粒分が多くなるほど締固め易く成るためと考えられる。そこで最大乾燥密度 ρ_{dmax} に着目して、均等係数 U_c と最大乾燥密度 ρ_{dmax} の関係を図-7に示す。この図からも均等係数 U_c が大きくなると、最大乾燥

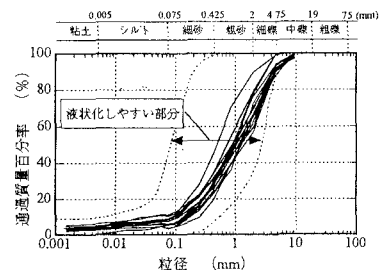


圖-3 粒徑加積曲線

密度 ρ_{dmax} が大きくなる事が分かる。以上のことは、埋戻し現場において有効的な締固めを行う場合、埋戻し砂の粒径分布の管理が重要である事を示唆している。次に、現場密度 ρ_d への影響を考えるため、図-8 に均等係数 U_c と現場密度 ρ_d の関係を示す。現場密度 ρ_d は、均等係数 U_c が大きくなると増加する傾向を示す。しかし、現場密度 ρ_d が各現場での転圧の強度と回数に強く影響を受けていると考えられるため、図-7 に示す最大乾燥密度 ρ_{dmax} との関係と比べるとばらつきが見られる。

3-3 現場試験の締固め特性

図-9 に現場密度 ρ_d と簡易支持力測定により求めた設計 CBR 値を示す。この図から現場密度 ρ_d と設計 CBR の関係はおおよそ比例関係にあるといえる。しかし両者ともにばらつきが見られ、締固めの状態が一樣ではない事が分かる。このことから現場での転圧強度は、現場密度及び設計 CBR 値（簡易支持力測定による）に大きく影響を及ぼす。次に全測定箇所における締固め度 $C_r (= \rho_d / \rho_{dmax})$ のばらつきを調べるために、度数分布図を作成した結果を図-10 にまとめた。その結果、締固め度が 90% 以上に全体の度数分布を示す。分布図を見ると締固め度 D_c が 90~99% が最も多く、一般的な締固めで 90% 以上の締固め度が得られると考えられる。

d. 福岡市の基準との比較：図-11 に細粒分含有率と締固め度 D_c の値を示した。それぞれの福岡市の基準値は 10% 以下と 90% 以上となっているが、ほとんど基準を満たした。

4. まとめ

今回行った現場は、路床の上部で行ったために、現場密度も比較的大きく、ほとんどの現場が締固め度の基準を満たした。しかし、管などの埋戻し工事では管の下部などの締固めにくい箇所が存在するため、管周辺部については、さらなる調査が必要であると思われる。また、本研究により現場密度をより高くするには、散水などによる含水比の調整や試料の均等係数を大きくすることが有効であることが分かった。

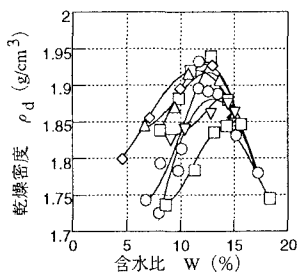


図-4 締固め試験結果

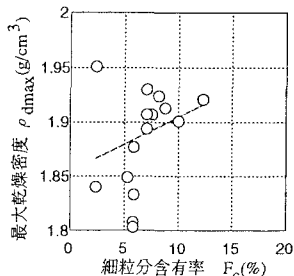


図-6 細粒分—最大乾燥密度の関係

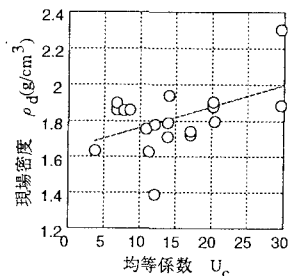


図-8 均等係数—現場密度の関係

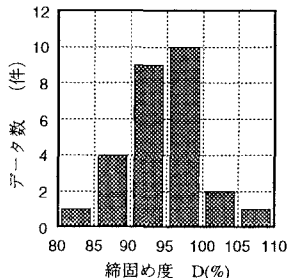


図-10 締固め度分布図

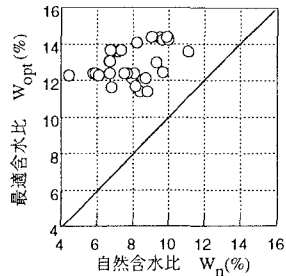


図-5 自然含水比—最適含水比の関係

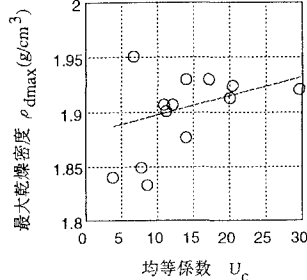


図-7 均等係数—最大乾燥密度の関係

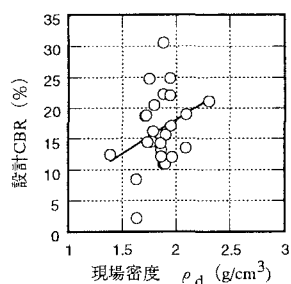


図-9 現場密度—CBR の関係

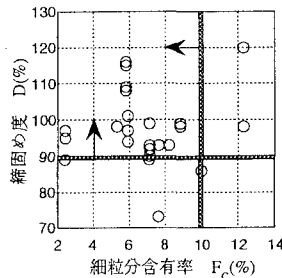


図-11 細粒分—締固め度の関係

<参考文献> 1) 関西ライフライン研究会：阪神淡路大震災に学ぶ p.299~308 2) 安田進：北海道南西沖地震における長万部町の下水道被害に関する考察、第 30 回土質工学研究発表会公演概要集 pp973~974、1995