

III-357 混合スラグの小径管周辺埋戻し材としての力学特性

日本電信電話公社 正員 近 藤 隆 志
 “ “ 大 石 喜 代一
 “ “ 矢 後 良 一

1. はじめに

通信用ケーブルを布設するための地下管路は、鋼管、硬質ビニル管を多条構造として埋設した形態をとっており、管周辺の埋戻しにあたっては、川砂、山砂、海砂等の砂を用い、突き固め、あるいは水締めによる施工を行っている。しかし、近年、天然砂の枯渇化が進み、良質な埋戻し材の確保が困難となっており、ややもすると狭小な管周辺部の締固めが不十分となるおそれがある。このような背景から、公社では確実な埋戻し工法の開発を行っており、その一環として高炉水砕スラグ及び転炉除冷スラグを混合した混合スラグの管周辺埋戻し材としての適用性について検討を行った。本報告は混合スラグについて、実地規模の繰返し走行試験等種々の試験による検討結果をとりまとめたものである。

表-1 粒度分布 及び 比重

試料	水砕スラグ	転炉スラグ	混合スラグ	山 砂	海 砂	川 砂
最大粒径mm	2	5	5	5	5	10
60%粒径	1.2	2.8	1.6	0.19	0.33	0.58
30%粒径	0.6	1.1	0.75	0.09	0.21	0.35
10%粒径	0.32	0.18	0.32	0.032	0.11	0.20
均等係数	3.75	15.6	5.0	5.93	3.0	2.95
曲率係数	0.94	2.4	1.0	1.33	1.21	1.04
土粒子の比重	2.54	2.71	2.63	2.68	2.61	2.63

2. 混合スラグの基本性状

(使用材料) 実験に使用した材料の粒度分布及び比重を表-1に示す。

(一軸圧縮強度) 高炉水砕スラグと転炉除冷スラグを混合すると、水分の存在下で、転炉除冷スラグから溶出する遊離石灰により高炉水砕スラグ表面が水和反応を呈し、粒子間に反応生成物による結合力が発生する。そこで、混合スラグの強度発現性状を把握するため、混合比ごとに一軸圧縮試験を実施した。図-1にスラグの混合比をパラメータとした一軸圧縮強度の経時変化を示す。強度発現は材令1年では高炉水砕スラグ70%の場合が最も顕著であるが、材令6ヶ月程度までは1:1に混合したものが顕著な強度発現を示している。道路占用工事は工事完了後直ちに交通開放を行うのが原則であり、材令初期から強度発現がみられる埋戻し材料が好ましい。また、将来の再掘削を考慮する場合、過大な強度は避けるべきである。管周辺部の人力掘削が容易な強度の上限値の目安はおおよそ $\sigma_u = 5 \text{ kg/cm}^2$ といわれており、したがって、混合比は1:1程度が好ましいと思われる。

(フロー値) 小径管多条布設時の管周辺埋戻し材の基本性状としては把握すべき要因の一つに狭小部充填性があげられる。充填性の指標としてフロー値を用いた場合のスラグと天然砂のフロー試験結果を図-2に示す。スラグはフロー値の含水比による影響が小さく、粒子間の滑動性が優れているが、天然砂では、含水比6~7%を越えると滑動性が悪く充填しにくくなる。

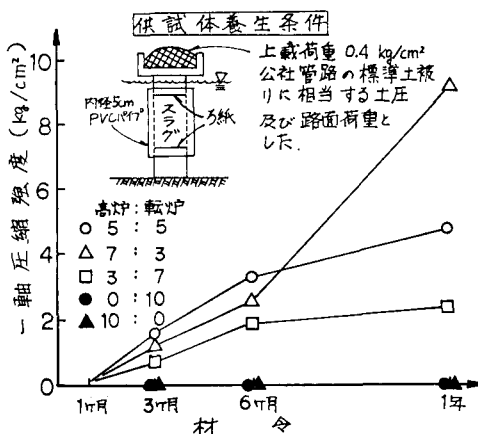


図-1 混合スラグの一軸圧縮強度経時変化及び供試体養生条件

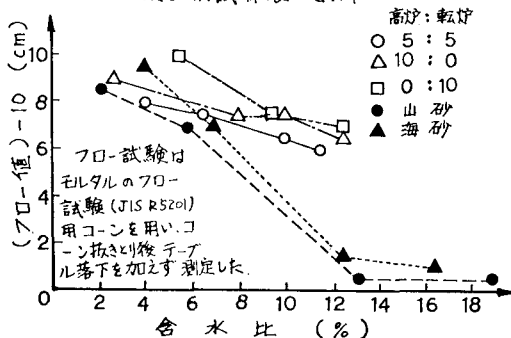


図-2 フロー値と含水比

(コーン支持力) 混合スラグの締め固め性状を把握するため、実固め、水締めとの2つの場合について、コーンペネトロメータによる貫入試験を実施した。貫入試験結果を図-3及び図-4に示す。混合スラグは突き固めの場合、天然砂と同程度の締め固め効果が得られ、水締めの場合天然砂を上回る締め固め効果が期待できる。

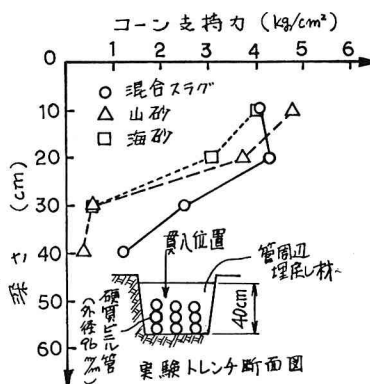


図-3 実験トレンチにおける貫入試験結果(実固め施工)

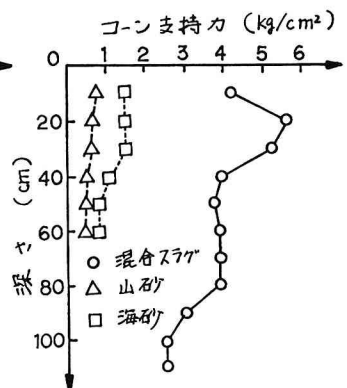


図-4 モールド(内径15cm)を用いた貫入試験結果(水締め施工)

3. 実地規模実験にみる沉下特性

公社管路の管周凹部に混合スラグを用いた際の路面荷重に対する管周凹部の沈下性状を把握するため、実験土槽に管路を布設し、T-20荷重車(写真)による実地規模の繰返し走行試験を行った。実験土槽の管布設及び埋戻し状況を図-5に示す。荷重車の走行に伴う管周凹部の沈下は図-6のように得られ、その結果、以下のことが明らかとなった。

- ① 混合スラグ、天然砂とも走行回数1000回までに管周凹部の沈下ほぼ完了しており、本試験としては走行回数は1000回で十分と思われる。
- ② 混合スラグを水締め施工して多段数管路に用いた場合、管周凹部に沈下傾向がみられない。
- ③ 混合スラグを小段数管路に用いた場合、投入のみでも管周凹部に沈下傾向がみられない。これは、路床部の転圧エネルギーが管周凹部にも締め固め効果をもたらしたためと考えられる。

なお、混合スラグが若干膨張剤にあるのは、転圧スラグの膨張作用によるものと考えられるが、膨張量は微小であり、路面への影響はなかった。

以上より、混合スラグは小径管多条布設時の管周凹埋戻し材として良好な力学性状を有していることが確認できた。

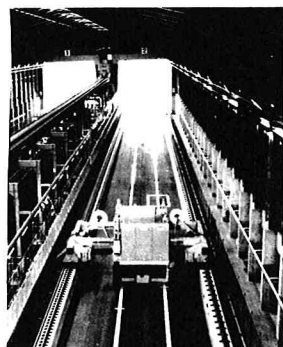


写真 走行試験中のT-20荷重車

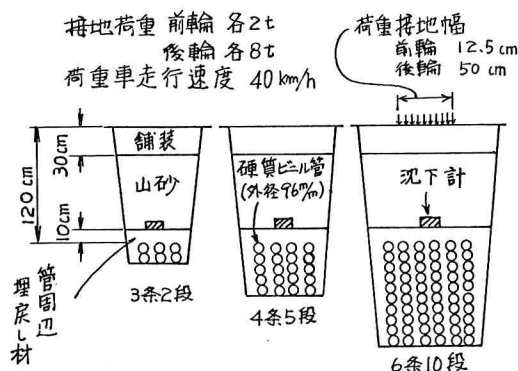


図-5 走行試験実験土槽概要図(断面図)

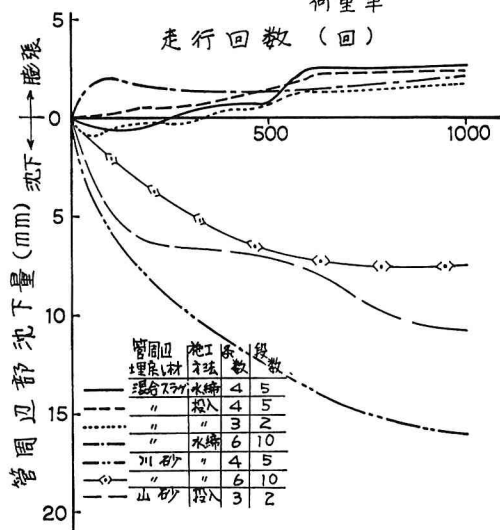


図-6 管周凹部沈下量と走行回数の関係