

Ⅲ-702

流動化処理土による坑道埋戻し工事の出来形管理に関する一考察

中央大学 正 久野悟郎 横浜市災害対策室 阿部 進
 (社)日建経中技研 齊藤克之 住友大阪セメント(株) 高橋秀夫
 日 東 建 設 (株) 正 ○市原道三

1. はじめに

流動化処理工法は、建設発生土を利用して、良好な流動性を有し、耐材料分離性に優れ、かつ任意の強度を確保できる配合が可能となり、締め固めを必要としない等の特徴がある。したがって、地下空洞充填等の有効な施工法として、流動化処理工法が検討されつつある。これまでに、小規模な路面下空洞充填工事において、良好な充填性が得られることが実証されている。¹⁾

しかし、比較的規模の大きい坑道等の埋戻しは、非開削で、しかも断面を閉塞する必要があるため、施工中における埋戻し状況の確認や施工完了後の充填が目視できず、苦慮する場合がある。したがって、目視できない状況でも、電気的なセンサーを利用して、処理土の充填が確認できる方法について検討した。

本文は、流動化処理工法で実施した坑道埋戻し工事における出来形管理に採用した充填性確認用センサーについて検証したので報告する。

2. 工事概要²⁾

処理土は、建設発生土に加水後、攪拌して作製された泥水に一般軟弱地盤用セメント系固化材を添加して作製し、ミキサー車で約2 km離れた現地まで運搬し、打設する。坑道は、仕切壁で6工区に分割されるため、打設状況を目視できない工区もある。また、縦・横約2 mの馬蹄形の坑道は、図-1に示すように複雑に交差し、しかも天盤に凹凸があり、充填されにくい部分が認められた。このような状況を考慮して、坑道の交差箇所（図中の黒丸印）と充填されにくい箇所、処理土の埋戻し状況を確認することにした。

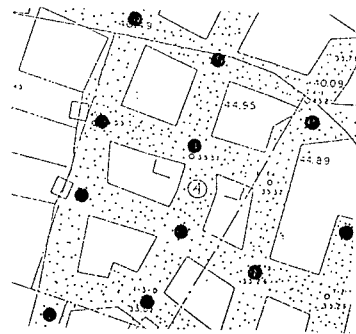


図-1 埋戻し確認箇所

3. 充填確認用センサーの概要

処理土は、建設発生土に加水して作製するため、容易に電気的な導通が可能であると考え、室内試験で、混練直後の処理土の抵抗値をデジタルマルチメーターで測定した。その結果、電極間距離が10 cmでも導通し、90 K Ω 程度の抵抗値であることが確認できた。したがって、処理土で埋め戻す箇所にあらかじめ電極を設置し、ケーブルを介して、通電できる制御盤を組み合わせ、電極間の導通を確認する。また、坑道内部は、多湿であるため、トラブルの少ない制御盤が必要であり、打設箇所における充填の確認方法は、坑道内が多湿で、しかも埋戻しの確認箇所が多点多点となるため、電球の点灯を目視で確認する点灯式充填確認システムと電極間の電圧変化を計測・記録できるマルチメーター式充填確認システムの2種類を用いた。

3. 1点灯式充填確認システム

点灯式充填確認システムは、各種の液面制御等で利用されているフロートレススイッチを用いた制御盤部と電極部から構成されている。今回、使用した制御盤の配線図を図-2に示す。制御盤は、ブレーカー・リレーユニット・電磁接触器・表示灯およびロータリースwitchを組み合わせ、各機器はVVFケーブル(1.6 $\times$ 2C)で接続した。電源は、一般用AC100Vを使用し、ブレーカーを介してリレーユニットおよび電磁接触器に伝達する。

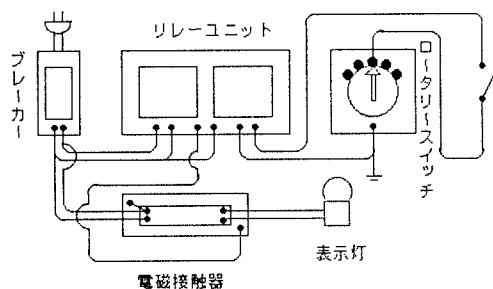


図-2 制御盤の配線図

リレーユニットから、AC 8 Vの電気がロータリースイッチを介して、電極部に伝達する。電極は、施工中において埋戻しの高さを確認できるように坑道の天盤から2 cm、20 cm、50 cm、100 cm下に4個設け、配管用炭素鋼鋼管(15A)を利用して固定した。また、4個の電極および配管用炭素鋼鋼管(15A)は、警報線(OPt-7 №0.9×6C)の個別線を利用して、制御盤と接続した。動作は、坑道内に設置した配管用炭素鋼鋼管(15A)と個別線から構成する電極間に処理土が触れると、電流が導通しリレーユニットを介して、電磁接触器にAC 100 Vの電気が流れ、表示灯が点灯する仕組みである。また、ロータリースイッチは、所定の高さに設置した4個の電極位置の切り替えが可能で、必要な個別線のみ通電されている。このため、目視により、手軽に任意の電極位置での導通確認ができる。しかし、制御盤と4個の電極は1対で使用するため、集中管理の場合には、装置の規模が大きくなりやすい。

3. 2マルチメーター式充填確認システム

マルチメーター式は、多点の測定・記録が容易できる利点があり、点灯式で用いる制御盤の代わりに、一般的な計測で使用されるひずみ測定器を用いて、導通時の電圧変化を測定・記録した。尚、電極部は、点灯式と同様のものを使用した。ひずみ測定器による電圧測定は、点灯式制御盤の誤作動を誘発することなく計測するため、測定器から発するブリッジ電源(DC2V)を利用した。このため、電圧変化も微妙で、容易に充填確認ができにくい欠点があった。この2種類の充填確認システムは、坑道埋戻し工事に先立ち、実施された坑道埋戻し充填打設実験で動作確認を行い良好な結果³⁾を得ている。坑道の計測区域は2分割にして、図-3に示すように7連の制御盤とひずみ測定器で、15箇所の位置での充填確認ができるように配置した。

4. 計測結果

点灯式充填確認システムによる方法は、表示灯の目視ではあるが操作も簡単であったため、埋戻しの位置を推定することができ、誤作動もなくスムーズに打設作業を進められた。

マルチメーター式充填確認システムによる計測は、図-4に示すように、処理土が電極間に充填された瞬間の電圧変化が記録されている。この電圧変化が少ない原因は、警報線が長いために、電圧低下が発生したものと考えられる。

5. おわりに

流動化処理土による坑道埋戻し工事において、懸念された埋戻し状況や出来形管理は、新しく開発した点灯式およびマルチメーター式充填確認装置といった電氣的な方法によって、確認できることが検証できた。

このシステムには、それぞれ長所・短所があり、さらに簡単に集中管理できるシステムを検討することが今後の課題である。最後に、制御盤の開発に、多大な協力を頂いた長沢電気工事の長沢氏に、深く御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 三木、岩淵他：流動化処理工法による路面下空洞充填試験施工の概要報告；第49回土木学会講演集、H6. 10
- 2) 久野、阿部、三ツ井他：流動化処理土による坑道埋戻し充填工事報告；第30回土質工学会概要集；H7. 7
- 3) 久野、三木、岩淵他：流動化処理土による坑道埋戻し充填打設実験；第30回土質工学会概要集；H7. 7

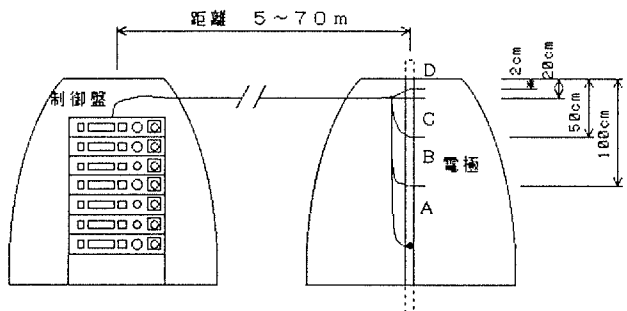


図-3 坑道内の充填確認センサー設置図

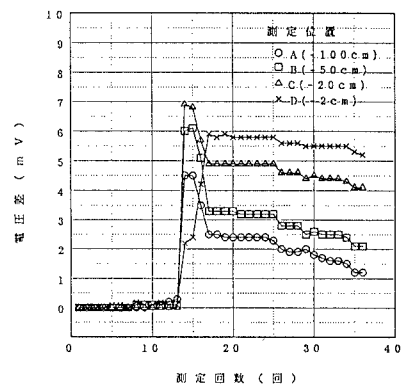


図-4 電圧変化の記録