

Ⅲ-713

二酸化炭素注入による軟弱土の改良について

広島工業大学 正員 鈴木 健夫

1. はじめに

地中埋設管などの工事において発生する掘削発生土は、細粒土を多く含む場合セメントや石灰などを添加し埋戻し材として再利用される。施工の合理化を目的とした転圧の必要がなく早期強度発現などの特性を有する流動化処理土を用いた埋戻し工法の開発¹⁾が積極的に行われている。しかし、この流動化土は、多くの利点があるものの掘削土再利用率が最大60%程度に限定されることやコスト割高なことなどの欠点がある。

そこで、改良土と流動化処理土の両者の利点を有する二酸化炭素（以下、 CO_2 という）を利用した軟弱土改良方法の基礎実験を実施した。この実験は、軟弱な掘削土砂の安価な改良と締固めを必要としない改良土の開発を目的としている。

前報²⁾では、含水比15%のまさ土にセメントを3%加え、容器につめ CO_2 を注入した結果、早期強度の増加が確認された。

今回、粘性土および粘性土にまさ土を混合し、含水比を50%に調整した軟弱な土試料に普通セメントを添加混合し、早期強度発現のために CO_2 を注入した強度特性結果などについて報告する。

2. 材料

試料土は、図2-1および表2-1に示す性質を持つ広島市海田大橋付近の粘性土および広島県廿日市明石のまさ土を使用した。添加材料は、市販の普通ポルトランドセメントおよび CO_2 （ボンベ入り）を使用した。

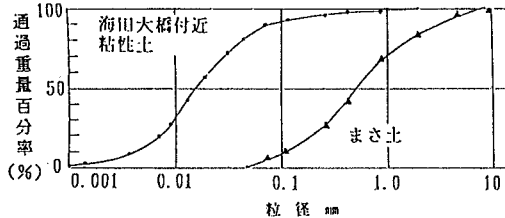


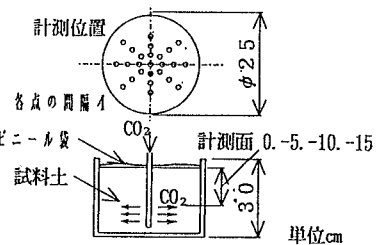
図2-1 試料土性質

表2-1 試料土性質

試料土	比重	液性限界	塑性限界	最大乾燥密度	最適含水比
粘性土	2.59	60.45%	31.05%	-	-
まさ土	2.63	-	-	1.85g/cm ³	10.60%

3. 実験方法

粘性土および粘性土にまさ土を混合した試料に水を加え、調整含水比50%の試料にした。次に所定量の普通ポルトランドセメント（乾燥土重量に対して8%）を添加し、ミキサーにて5分間混合後、試料をモールド（直径 $\phi 25 \times$ 高さ30cm）に入れ表面をならした。 CO_2 を注入する場合、図3-1に示す方法で所定量（セメント重量に対して20%）注入し、その後所定時間（1、3、24時間）ビニール袋中20℃にて養生した後、表面、表面から-5、-10、-15cmの各面の強度を山中式土壌硬度計により図3-1に示す位置で支持強度を計測した。

図3-1 CO_2 注入方法と計測位置

熱処理を行った実験の試料は、あらかじめ土試料のみを40℃まで熱しておき、あとは同様に実験を行った。なお、 CO_2 の注入重量は気体の状態方程式から注入圧力および流量などを求めた。

4. 結果および考察

所定時間における供試体中の強度発現状況を硬度計により測定した。その状況は、一例として配合がまさ土：粘土＝1：9、測定面＝0cm（表面）の供試体についての測定を図示したものが図4-1であり、ほぼ均質の硬度計強度値を示した。これらの測定値の平均を求め、表面からの深さのことなる面も同様に処理し

て平均した。また同じ供試体について q_u と硬度計による q_c を求め、その換算係数5.7を得たので q_u に換算して図示した。

図4-2、4-3、4-4は各配合の時間毎の一軸圧縮強さを示したものである。配合により強度の増加がまちまちであるが、この現象は試料土中の砂分含有量(75 μ 以上)、CO₂の浸透性、間隙水の量により影響を受けたものと思われる。

CO₂注入量により強度の増加がみられ、CO₂の浸透性の大きいことから、直径25cm、高さ30cmの範囲内ではほぼ均等になり、早期強度の発現性の高いことがみられた。また砂分含有率では25~35%の土質において強度発現がよく、砂分が増加すると分離の水分も増加し強度発現は低下する。これは、掘削発生土において、不良土と分類される粘土、シルト質ロームなどの有効利用が可能なことを示している。

次に、熱処理による効果を図4-5に示す。CO₂を添加したときよりもさらに強度は上昇し、特に早期強度は2倍近くまで伸び、熱処理の効果が確認された。

(2.2) (2.0) (2.0)
(2.2) (2.0) (2.2)
(2.0) (2.3) (2.2)
(2.0)(2.2)(2.2) + (2.2)(2.0)(2.0)
(2.1) (2.0) (2.2)
(2.1) (2.0) (1.8)
(1.9) (2.0) (2.2)

図4-1 計測結果表記例(q_c)

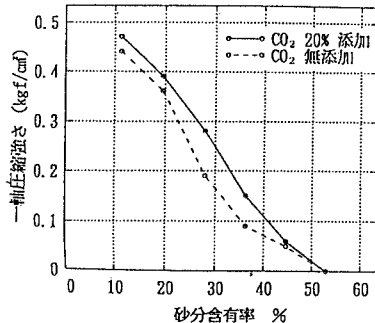


図4-2 強度特性(1時間発生)

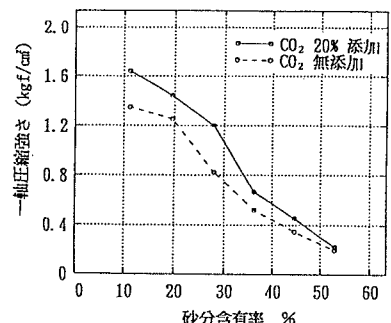


図4-3 強度特性(3時間発生)

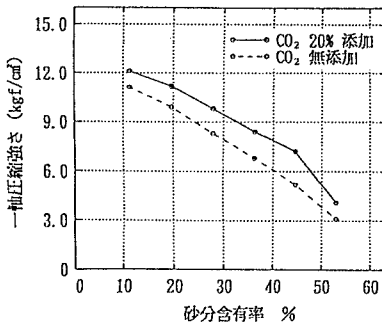


図4-4 強度特性(24時間発生)

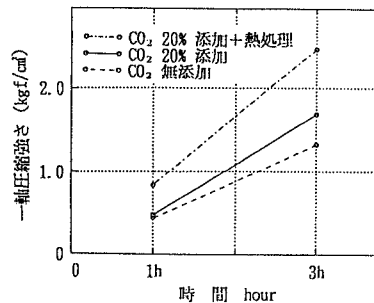


図4-5 熱処理効果

5. まとめ

これまでの実験では、砂分含有量28.1%のまき土:粘土=2:8、CO₂比20%添加の配合が埋戻し材として相応しい短期、長期の強度が確認された。この方法は、埋戻し転圧が大幅に軽減される可能性があり、今後の都市部における道路を占用した即日交通開放を伴う地中埋設管工事などに適用できる可能性がある。現場において使用する場合は、現場の土質、含水量などの条件が種々大きく異なるので、今後は施工システムを考慮した実験を行い、この方法の有効性を確認する必要がある。

おわりに、本研究を行うにあたり、協力して頂きました日本鋼管工事の岩下文彦氏、大森弘氏および本学卒業生の池田光昭君、加治秀典君に深謝いたします。

<参考文献>

- 1) 木村、阿部、勝田、迫、山岸：流動化土の掘削土再生率と流動性、第28回土質工学研究発表会1993.6
- 2) 大森、鈴木、岩下：二酸化炭素を利用した軟弱土改良の基礎的研究、土木学会49回講演会、1994.9