

戻りコンクリートを利用した地盤改良材の検討

日本大学大学院	正会員	○吉澤 拓人
日本大学	正会員	峯岸 邦夫
日本大学	正会員	山中 光一
日本大学		小泉公志郎

1. 背景

近年、地球規模の環境問題として地球温暖化が重要な課題として挙げられている。このため、対策として二酸化炭素(CO₂)の排出量削減が国際的に求められてきている。わが国は、軟弱な地盤が多く、その対策として浅層におけるセメント系固化材や石灰等による安定処理が頻繁に行われている。しかし、地盤改良のためにセメント系固化材を用いることにより、その焼成時にセメント系固化材の主原料である石灰石の脱炭による CO₂ の大量排出に繋がっている。また、コンクリート製造工場では、生コンを工場で製造し、現場に納入したものの、その現場で余ったものは使用されず、工場に戻されるいわゆる戻りコンクリート(以下、戻りコンと呼称)の対応に苦慮している。また、地盤改良材としてセメント系固化材や石灰が使用されているが、これらの代替材料として戻りコンを用いた安定処理や戻りコンをアルカリ刺激材に用いた高炉スラグ微粉末による固化に関する研究例がほとんどない状況である。

2. 目的

わが国における地盤改良において、今後戻りコンを適用することで、セメント系固化材や石灰の使用を抑制し、製造時に発生する CO₂ の削減に寄与することができると考えられる。また、固化のための補助材として高炉スラグおよびフライアッシュ(石炭灰)等の副産物の有効利用を図ることで CO₂ 削減に繋がる。さらに、道路建設では、セメント安定処理や石灰安定処理の代替のために本研究における技術を適用し、現場では発生土に付加価値を付与し、有効利用への検討が期待される。

3. 概要

コンクリート製造工場において、戻りコンから骨材を回収し、残余のスラッジ水を脱水する。その後、六価クロムの溶出がない乾燥微粉末として地盤改良材のために用いる。また、戻りコンの乾燥粉末をアルカリ刺激として高炉スラグ微粉末に配合し、地盤改良に用いる。今回、戻りコンと高炉スラグの添加量を 2.5%、5.0%、7.5%、10.0%と設定し、実験を行った。

4. 供試体作製方法および試験方法

供試体の作製については、安定処理土の締固めをしない供試体作製(JGS-0821)に準拠して行っている。供試体は作製時に高さ 100mm、直径 50mm の円柱状の使い捨てモールドを使用している。養生方法は、混合した処理土を充填したモールドを常温(20±3℃)で所定の期間静置する。供試体の養生日数は 7 日、28 日で設定している。

作製手順は、試料土となるシラスに戻りコン粉末および高炉スラグ微粉末を加え、混合時間が 10 分程度を目安として、均一な安定処理土になるように混合する。作製した安定処理土をモールドに 3 層程度に分けて入れ、各層ごとに気泡の除去を行って供試体を作製する。気泡の除去方法は、細い棒を用いて気泡を抜いていき、モールド本体を揺すり細かい衝撃を与えることで空隙を埋める。所定の養生日数経過後、供試体を脱型する。脱型後は、一軸圧縮試験(JIS A 1216)を行い、安定処理土の力学特性を把握する。載荷試験後は、供試体の変化や破断状況などを観察し、記録する。また、この供試体の一部を TG-DAT にて成分の反応状況を分析する。

キーワード 戻りコンクリート、シラス、固化処理土、高炉スラグ、一軸圧縮試験

連絡先 〒274-0063 千葉県船橋市習志野台 7 丁目 24-1

日本大学理工学部交通システム工学科 TEL047-469-5217

5. 試験結果および考察

5-1 戻りコンと高炉スラグによる安定処理

戻りコンと高炉スラグを混合物した安定処理土の力学特性を確認するために一軸圧縮試験を行った結果を図-1および図-2に例示する。

- (1) 戻りコン 0%—高炉スラグ 100%の供試体では、強度が伸びていない。これより、高炉スラグ単体ではアルカリ刺激を得ることが難しいため、反応が起こりにくく、強度の増加が期待できない。
- (2) 戻りコン 100%—高炉スラグ 0%の供試体では、強度の増加は限定的となっている。これより、戻りコン単体では強度の大きな増加が期待できない。強度が多少増加したのは戻りコンの添加に影響しており、戻りコン中のセメント分が反応していると考えられる。
- (3) 戻りコンと高炉スラグの両方を混合した供試体はいずれも強度の増加を確認できた。そのため、硬化反応には、アルカリ刺激を得るためには戻りコンが、そして水和を促進するためには高炉スラグを組み合わせることにより水和の増進を図ることができることが明らかになった。戻りコン 25%—高炉スラグ 75%の供試体と戻りコン 50%—高炉スラグ 50%の供試体はどちらも強度の大きな増加を確認できた。これにより、戻りコンに高炉スラグを添加することで強度への効果が期待できることが確認できた。
- (4) 今回の条件の中で最も一軸圧縮試験強度が高く得られた配合は、添加量 5.0%では戻りコン 75%—高炉スラグ 25%の供試体、添加量 7.5%では戻りコン 50%—高炉スラグ 50%の供試体、添加量 10.0%では戻りコン 25%—高炉スラグ 75%の供試体となっている。これは、添加量の増加に伴い、戻りコンの割合が少ない供試体でも高炉スラグの水和により、強度が増加したものと考えられる。

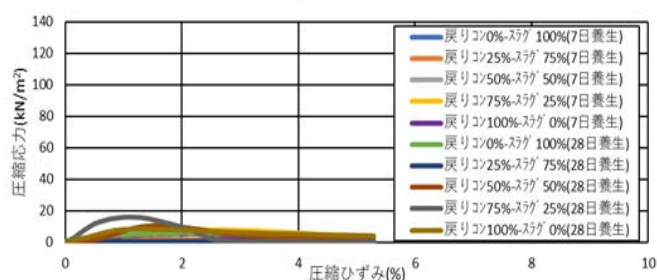


図-1 一軸圧縮試験(添加量 2.5%, 7・28 日養生)

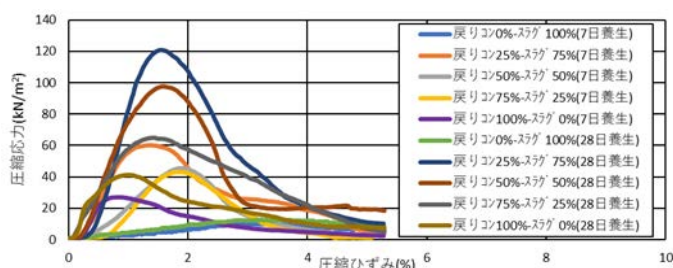


図-2 一軸圧縮試験(添加量 10.0%, 7・28 日養生)

5-2. TG-DTA 分析結果

シラス 95%に戻りコンを 5%加え、混合した供試体で 7 日および 28 日養生における化学反応を分析するために TG-DTA を行った結果を以下、図-3 に例示する。紫の円で示すように、オレンジの線で示す 7 日養生では 400℃付近で大きなピークが確認できるが、青の線で示す 28 日養生では同箇所におけるピーク値が 7 日養生と比較して小さくなっている。これは、7 日養生では、戻りコン中にまだ残存 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が残っているが、28 日養生になると残存 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ がシラスのガラス質(SiO_2)分とのポズラン反応により消費されることで残存 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が消失した。これにより、一軸圧縮強度の増加に繋がったと考えられる。

7. まとめ

- ① 一軸圧縮試験結果より、高炉スラグ、戻りコンともに単体では反応が起こりにくく、強度の増加が期待できない。一方、戻りコンと高炉スラグの両方を混合した供試体はいずれも強度の増加を確認することができた。
- ② TG-DTA 分析結果より、7 日養生では戻りコン中にまだ残存 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が残っているが、28 日養生になると、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ がシラスのガラス質(SiO_2)分とポズラン反応することで残存 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が消失した。

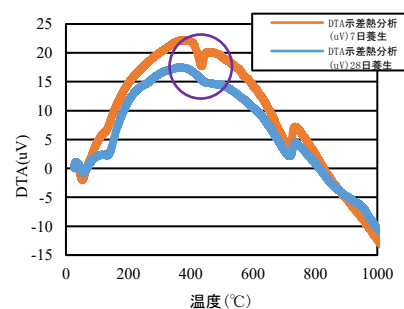


図-3 TG-DTA 分析結果
(戻りコン 5%添加)