

スラッジを利用した路盤材の支持力に及ぼす諸要因の影響

岩手大学 学生員 ○坪浦 康行
 岩手大学 学生員 諸戸 桂一
 岩手大学 正会員 帷子 國成
 岩手大学 正会員 藤原 忠司

1. まえがき

生コンクリート工場では、ミキサやベルトコンベアなどの製造設備や生コン運搬車などの洗浄によって、スラッジを含んだ水が発生する。また、生コンを工事現場に運んだ際、すべてを荷卸しできずに生コンが残る場合があり、さらには積んでいる生コンをそのまま戻されてしまう場合もある。前者を戻りコン、後者を残りコンと呼ぶ。生コン業界にとって、これらは量的に決して少なくない産業廃棄物であり、その処理に苦慮している生コン工場は多く、適切な廃棄方法、さらには有効利用の方法の確立を望む声強い。

有効利用の方法として、著者らはスラッジとともに、戻りコンおよび残りコンを一括して道路用の路盤材として利用する方法を独自に考案し、その有用性を屋内実験によって確かめた⁽¹⁾。しかし、この実験では、スラッジの含水率、戻りコン・残りコンの配合および混合物の破碎時期等の条件を固定しており、実際にはこれらの条件が変動することから、変動の影響を検討するのが課題として残されていた。本実験は、この検討を目的としている。

2. 実験概要

考案した方法は、戻りコン・残りコンをアジテータ車のドラムに積んだまま、そこに天日乾燥のスラッジを投入し、攪拌した混合物を排出して、硬化後に破碎するというものであり、これを実験室的に再現すれば、図-1のような流れになる。

実験では、戻りコン・残りコンを想定したコンクリートを傾胴式ミキサで練り混ぜ、これに生コン工場から採取した天日乾燥のスラッジを投入して混合する。戻りコン・残りコンについては、出荷に応じて種類が変動する。また、スラッジは、一般に野外放置されており、乾燥や湿潤によって、含水率が変動する。これを想定し、本実験では、コンクリートの呼び強度 21N/mm^2 、およびスラッジの含水率 205%を基準にし、呼び強度および含水率とも3水準に変化させた。スラッジの含水率については、実際の変動を測定し、乾燥と湿潤が極端な場合を設定している。

戻りコン・残りコンに投入するスラッジの量については、それぞれの材料の状態に応じて変化させるべきであると思われるが、実際を想定すれば、非常にやっかいとなる。そこで、先の実験で、最も良好な結果が得られた投入量とすることにした。具体的にはコンクリートに対し、質量で10%である。

コンクリートとスラッジとを混合したのち、排出・放置して、硬化してから破碎する。問題は破碎の時期と、破碎物の支持力を測定する時期である。ここでは、排出後3週間してから破碎し、翌日に支持力を測定する日程（パターンii）で、コンクリートの呼び強度やスラッジの含水率の変動による影響を調べる実験を行った。さらに、基準となる混合物を用いて、排出後1日で破碎し、3週間後に支持力を測定する日程（パターンi）および同じく1日で破碎し、翌日に支持力を測定する日程（パターンiii）についても実験を行い破碎時期等の影響を比較検討した。

破碎物の支持力は、修正CBRで判定し、破碎物の粒度分布も測定している。

3. 実験結果および考察

戻りコン・残りコンの種類が変動することを想定し、コンクリートの呼び強度を3水準に変化させた場合の破碎物の修正CBRおよび粒度分布を、図-2および図-3に示す。

予想に反し、コンクリートの呼び強度が大きいほど、破碎物の支持力が、やや小さい結果となっている。粒度分布に着目すれば、いずれも、クラッシュランC-20の基準範囲に収まっており、粒度的に問題ない。ただし、若干ではあるものの、呼び強度の小さいコンクリートを用いた破碎物ほど、細か目の粒子が多く、これが大きめの粒子の間隙を満たして、支持力を高めたものと推察される。事実、呼び強度の小さいもののほど破碎物の最大乾燥密度が大きくなっている。

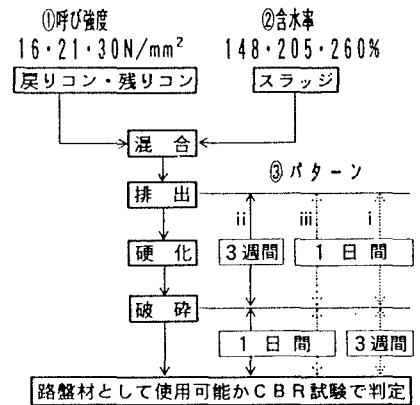


図-1 実験の手順

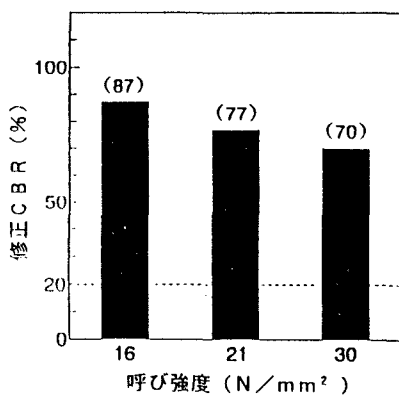


図-2 呼び強度と修正CBRの関係

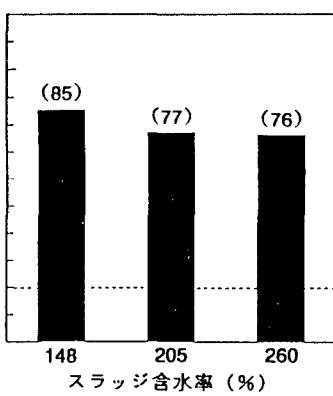


図-4 含水率と修正CBRの関係

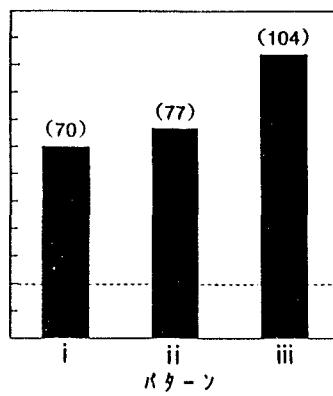


図-6 破碎時期等と修正CBRの関係

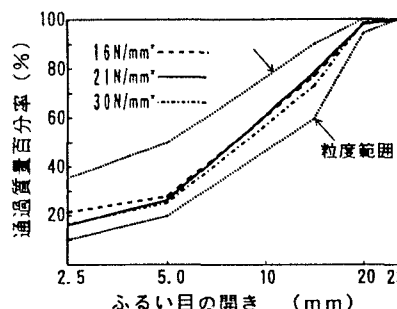


図-3 呼び強度による粒度分布の違い

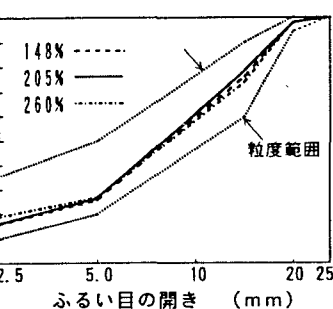


図-5 含水率による粒度分布の違い

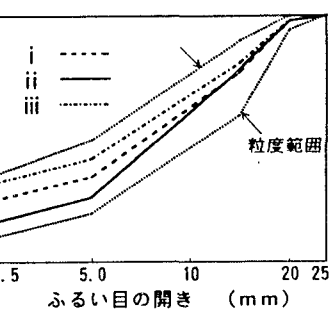


図-7 破碎時期等による粒度分布の違い

本研究では、得られる破碎物を、道路の下層路盤材として利用することを想定している。下層路盤材に望まれる修正CBRは、粒状材料の場合、20%以上であり、コンクリートの呼び強度が異なっても、破碎物の支持力は、この値をはるかに超えている。したがって、戻りコン・残りコンの種類にかかわらず、所望の支持力は確保できると期待される。なお、下層路盤材の性質としては、PI（塑性指数）が6以下である必要もあるが、本研究で得られる破碎物は、その構成材料からして、粘土分の混入がほとんどなく、いずれの条件でも、NP（塑性ではない）との判定が得られている。

スラッジの含水率を変化させた場合の修正CBRおよび粒度分布を、図-4および図-5に示す。設定した含水率の範囲で、最大と最小のスラッジの状態は、見た目でも容易に分かるほど、大きく異なっていた。それにもかかわらず、破碎物の粒度分布はほぼ同一で、支持力にも顕著な差が見られず、下層路盤材としての規格を十分に満たしている。とくに、沈殿池から汲み上げた直後や、降雨の直後で含水率が非常に高まっている状態でも、スラッジをそのまま使用できるとの結果は、好都合と言える。

図-6および図-7は、混合物の破碎時期や支持力測定時期の相違を検討した結果である。混合物を排出後、翌日に破碎し、その翌日に支持力を測定した場合（パターンiii）、破碎物は細くなり、支持力が非常に高まることが認められる。実際を想定すれば、混合物を排出後、できるだけ速やかに破碎した方が、破碎のしやすさや、破碎物の貯蔵上、都合がよい。この場合、懸念されたのは、支持力であるが、むしろ逆に高まるようであり、破碎は速やかに行った方がよいと推奨できる。ただし、排出後1日で破碎し、しばらく放置しておけば（パターンi）、おそらく水和の進行によって、破碎物の団粒化が生じ、粒度分布が粗くなって、支持力が低下する傾向にある。それでも、規格を十分に満たしており、破碎を速やかに行っても、出荷の時期はいずれでもよいことになる。

以上のように、本実験では、考案した方法の有用性を、より実際の条件を想定して検討してみたが、いずれの条件が大きく変動しても、下層路盤材としての適性を確保できることが判明した。今後は、生コン廃棄物の有効利用を目指して、本方法の実用化を進めていく所存である。

〔参考文献〕

- 1) 藤原、諸戸、岩井、佐藤：スラッジ等を路盤材として利用する方法の開発、コンクリートスラッジの有効利用に関するシンポジウム論文報告集、pp.75-80、1996.5