

廃材微粉末の道路用路盤材への適用に関する一考察

九州東海大学 工学部 坂田康徳

1. はじめに

近年、コンクリート廃材の再利用に関連して道路用路盤材やコンクリート用骨材などへの適用が検討され、路盤材については既に実用化されている。一方、コンクリート用骨材への適用については、破砕物中の天然骨材に付着するモルタル分がコンクリート用骨材としての品質低下を招くため、破砕物に高度処理を施して高品質の再生骨材を効率的に取り出す方法が検討されている。この再生骨材の生産過程では、廃材の破砕過程や二次処理過程で大量の廃材微粉末が発生する可能性も考えられ、今後、廃材微粉末の処理方法についても検討しておく必要があると考えられる。本研究は、今後益々増え続けると考えられるコンクリート廃材微粉末を道路用路盤材へ適用するための方法について検討したものである。

2. 実験概要

本研究で使用した骨材は、実験室にて発生した使用済みの各種供試体（水セメント比約50%程度のも）を解体して生じたコンクリート塊を衝撃型の破砕機にて破砕した25mm以下の骨材を使用した。骨材は各ふるいで篩い分け、路盤材としての適正粒度に従って粒度調整して使用した。粗骨材の比重は2.46、吸水率は5.57、細骨材の比重は2.32、吸水率は8.88、粗粒率は3.18である。本実験では、廃材微粉末としてコンクリート塊の破砕過程で集塵機で集めた微粉末Aと、市場の廃材処理工場（コンクリート塊とアスファルト塊を同じプラントで破砕する工場）で発生するアスファルト粉混じりの微粉末Bの2種類を使用した。両微粉末はふるい分け試験を行って粒度分布を調査すると共に、微粉末AについてはJIS R 5201に従ってその比重を測定し、また、微粉末Bは粒度が粗いためJIS A 1109に従って比重を測定した。その結果、微粉末Aは比重：2.50、粗粒率：0.10、微粉末Bは比重：2.04、粗粒率：1.56が得られた。さらに、微粉末B中のアスファルト混合率を焼却法で調査したところ、約11.1%であった。

路盤材としての土質試験では、コンクリート35：15（%）の割合で混合して突固め試験と室内CBR試験を行った。なお、廃材微粉末には、その内割りで0、3、5（%）の割合で高炉スラグ微粉末（比重：2.95、粉末度：4000cm²/g）を混合した。突固め試験では含水比を変化させて乾燥密度と含水比の関係を求めた。そして、そこで得られた最適含水比に従って試料含水比を調整し、室内CBR試験を実施した。CBR試験では供試体作成直後と、供試体作成後7日間ビニール袋中で密閉養生した供試体を用いて水浸膨張試験と貫入試験を実施した。その際の試験方法は、モールド直径15cm、突固め層数5層、ランマー重量4.5kg、各層55回突固めの乾燥非繰返し法とし、また、貫入試験における载荷方法は荷重制御方式とした。図-1は本実験で使用した粗・細骨材、廃材微粉末A、Bおよび粒度調整後の路盤材の粒度と路盤材としての適正粒度の範囲を示している。

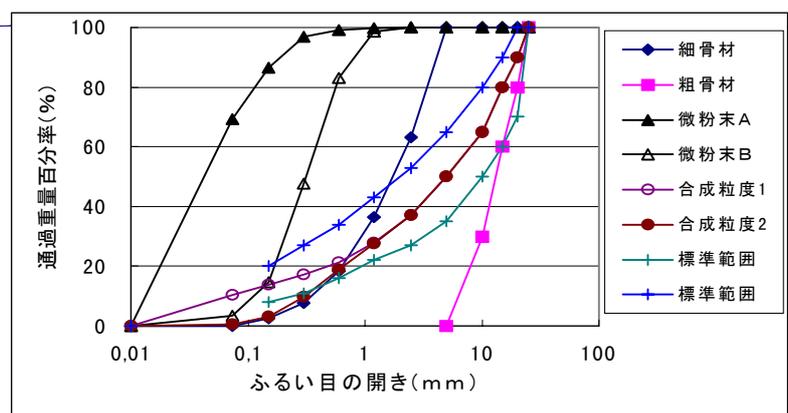


図-1 粗骨材，細骨材，微粉末A&B，合成粒度、および路盤材としての粒度の標準範囲

3. 結果および考察

廃材微粉末AおよびBを高炉スラグ微粉末を内割りで0, 3, 5%の割合で混合した場合の、突固め試験に基づく乾燥密度と含水比の関係では、微粉末A, Bを使用した両ケースともに含水比約12%付近でピークとなり、また、高炉スラグ微粉末添加量の増加に伴って漸次密度が大きくなることが判る。これは、粒子の細かい高炉スラグ微粉末が廃材微粉末や骨材粒子の隙間に入り込み、緻密な構造を構成するためと考えられる。そこで、これらの路盤材の最適含水比を約12%として供試体を作成し、室内CBR試験を実施した。CBR試験では、供試体作成直後と7日間密閉養生した後に浸水膨張試験を行い、その後、貫入試験を実施した。なお、浸水膨張試験では、全てのケースにおいてほとんど膨張は認められなかった。

図-2は、コンクリート廃材微粉末Aを使用したケースにおける、供試体作成直後と7日間養生した後に、浸水試験を経て貫入試験を行った結果を示している。高炉スラグ微粉末添加量の増加に伴って貫入抵抗が漸次増加し、また、7日間養生後のケースでは供試体作成直後のケースに比べて貫入抵抗がかなり大きくなっていることが判る。これは廃材微粉末中の消石灰の刺激を受けた高炉スラグ微粉末の潜在水硬性により、スラグ微粉末が硬化するためと考えられる。また、廃材微粉末のみのケースにおいても材齢に伴う貫入抵抗値の増加が認められる。これは、コンクリート廃材微粉末中に残存する未水和セメントの影響によるものと考えられる。

一方、図-3は、アスファルト粉混じりの廃材微粉末Bを使用したケースである。このケースにおいても高炉スラグ微粉末添加量の増加に伴って貫入抵抗は漸次増加し、また、材齢に伴う貫入抵抗値の増加も認められる。しかしながら、その増加の程度は微粉末Aを使用したケースに比べて少ない。また、廃材微粉末のみのケースでは材齢に伴う貫入抵抗値の増加はほとんど認められない。これは、微粉末中に混入するアスファルトがコンクリート微粉末表面に付着して高炉スラグ微粉末との接触を妨げるためと考えられる。

室内CBR値は貫入量5mmでの値が2.5mmでの値を上回り、いずれも大きな値を示した。また、微粉末B使用・スラグ微粉末0%混入のケース以外では、7日間養生後の値は材齢0日での値に比べて約1.6倍以上の値が得られた。これより、長期材齢における路盤支持力の大幅な改善が期待できると考えられる。

4. 結論

1)コンクリート廃材破砕物と廃材微粉末を使用した道路用路盤材に、高炉スラグ微粉末を若干混入すれば、路盤支持力を大幅に改善できる。2)この場合、微粉末としては、アスファルト粉混じり微粉末よりも、コンクリート廃材微粉末の方が、路盤支持力改善効果が大きい。3)廃材微粉末に高炉スラグ微粉末を若干混入すれば、材齢に伴う支持力改善効果が期待できる。

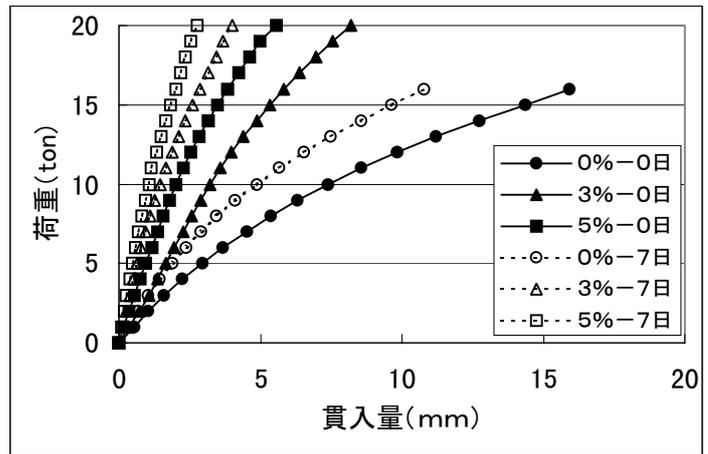


図-2 微粉末Aを使用した場合の荷重-貫入量曲線

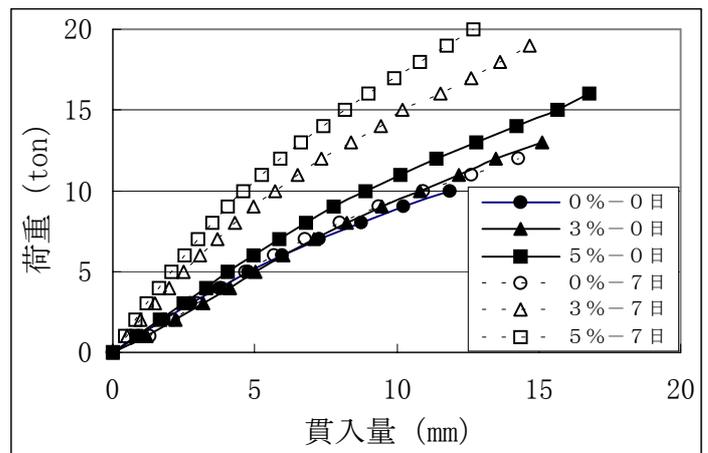


図-3 微粉末Bを使用した場合の荷重-貫入量曲線