

水砕スラグを利用した透水性舗装について

愛知工業大学 正員 建部 英博
 太平工業(株) 浅見 悦郎
 愛知工業大学 正員 大根 義男

1. はじめに 近年、排水性舗装が数多く施工されている。その機能は交通安全の面だけでなく、タイヤ騒音の低減、直射日光下における路面温度の上昇防止等環境面にも大きく寄与している。しかし排水性舗装では地下水の涵養は望めず、豪雨時の雨水の貯留効果も少ない。このため、路床内部に雨水を浸透させる本格的な透水性舗装の開発が望まれている。透水性舗装が車道に施工されない理由は、浸透水により路盤や路床が強度低下を起こすためとされている。

本報告では水砕スラグを利用してケミカル路床、ケミカル路盤の製作を試みた。この材料は浸透水に対しても十分な強度と透水性が得られる。この材料を用いれば車道にも透水性舗装が可能と思われるのでここに紹介する。

2. 水砕スラグ 銑鉄を製造するさい、副産物として銑鉄1トンにつき約300kgの水砕スラグが発生する。この水砕スラグにアルカリ性刺激剤を添加すると、スラグ中のガラス質部が溶解し、時間の経過とともに再結晶し、粒子間を付着結合させて硬化する(水硬性)。本実験では添加剤として生石灰(以下QLとする)及び高炉セメント(以下RM)を使用した。又、実験に使用した水砕スラグの粒径は0.3~1.3mm程度で比重は2.65であった。

3. 締め固め試験 水砕スラグ(以下SL)に添加剤を加えた場合、接触点が多い程強度増加が期待出来る。このため締め固め試験により最適含水比、最大乾燥密度 $\gamma_d \max$ を求めた。

◎ケミカル路床材: ケミカル路床材に対しては、SLにQLとRMの配合比を変化させて混合し、設計CBRを想定し3層67回で突き固めた。図-1に結果を示すが、SLだけの場合 $\gamma_d \max$ は1.6g/cm³程度であるが、QL、RMの増加とともに大きくなりQL7%では $\gamma_d \max$ は1.79g/cm³にも達する。また添加剤の効果はRMよりQLの方が大きい。さらに添加剤としてQLとRMを同時に使用した場合は締め固め効果は大きく図中のC材料(添加剤合計5%)でQL7%に相当する $\gamma_d \max$ が得られた。

◎ケミカル路盤材: 路盤材には路床より大きな強度が要求される。このため6号碎石を加えることとした。SLのみ、およびC材料に碎石の配合比を変化して締め固め試験を行った。突き固めは修正CBRを想定し3層92回とした。

図-2に示す様にSLのみよりC材料を加えた方が大きな最大乾燥密度が得られ添加剤の効果が見受けられる。又、碎石配合比60%程度で $\gamma_d \max = 2.1 \text{ g/cm}^3$ を確保する事が出来た。

4. CBR試験

◎ケミカル路床材: 路床の設計CBRは舗装厚さを決定する重要な要素である。締め固め試験で得られた $\gamma_d \max$ の97%締め固め度(乾燥側)を目標に図-3に示す各種配合で供試体を作成した。通常、CBR試験は4日水浸後に貫入試験を行うがここでは水硬性の効果を見るために4日水浸以外に1日~10日間空中養生し貫入試験を行った。図-3に2.5mm貫入時のCBR値を示した。SLのみ或いはSLとRMの混合では時間が経過してもCBRの増加は期待出来ない。各配合とも1日空中養生では4日水浸時のCBRを下回っているが養生時間の経過と共に強度増加がみられる。SLにQL又はQL+RMを加えると4日空中養生で4日水浸のCBRを上回り10日後にはQL6%、C材料でCBRは140、120(間隙率33、32%)にも達し、水硬性の効果がみられる。この強度増加は10日以降も多少見られる。

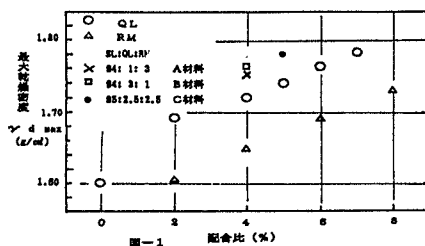


図-1 配合比 (%)

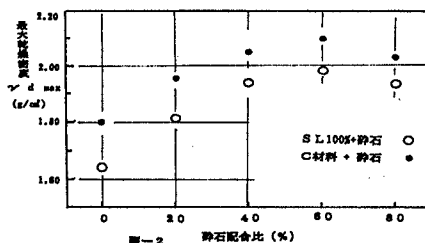


図-2 碎石配合比 (%)

●ケミカル路盤材：路盤材料のCBR試験はC材料に碎石を混合して行った。締め固め試験の γ_{dmax} を目標に92, 42, 17回の突き固めにより行い養生条件は路床材料と同様とした。

尚、修正CBRは γ_{dmax} の95%と定義した。舗装要項によれば上層路盤の修正CBRは80以上と規定されているが、図-4によれば4日水浸の段階ではどの配合でもこれを満足出来なかったが碎石60%では4日空中養生で修正CBRは80を超え10日目には全ての配合でこの値を満たしている。実験の範囲内では、碎石の配合比が大きい程修正CBRは増加し10日養生後には碎石60%で130(間隙率22%)にも達している。

5. 舗装厚さの検討 ケミカル路床、ケミカル路盤材のCBR値を基にTA法による舗装厚さを比較してみた。

例として設計CBR3, D交通の時アスファルトコンクリート等値厚TAは45cmとなる。従来の考え方ではケミカル路床、ケミカル路盤材は下層、上層路盤と考え、等値換算係数 a_n は0.25, 0.55となる。舗装厚さは図-5-Aに示す様に全舗装厚さはH=93cmとなる。ここで今回用いたケミカル路床(C材料)、ケミカル路盤(C材料+碎石60%)の設計CBR, 修正CBRがそれぞれ120, 130が得られている事を考えると a_n は0.65, 0.75以上と考えられる。この場合の舗装厚さは図-5-Bに示す様にH=59cmとなる。一方ケミカル路床を路床と考え設計CBRを小さくみて20とした場合はTA=26cmである。ケミカル路盤の a_n を0.55, 0.75とした場合舗装厚さは図-5-C, Dに示す様にH=35, 30cmとなる。この場合ケミカル路床の厚さを40cm程度と考えると路床を含めた全厚は75, 70cm程度となり、いずれの場合も舗装厚さを薄くする事が可能である。

6. 透水性の検討 透水性舗装の目的は降雨を舗装体内を通じて地下に浸透させる事である。

ケミカル路床, ケミカル路盤材の透水性の測定は道路公団の測定要領により現場透水量測定装置を用この結果から見掛けの透水係数 k_0 を求めた。その結果 ケミカル路床(C材料)で $k_0=3.7 \times 10^{-2}$ cm/sec

ケミカル路盤(碎石60%)で $k_0=4.3 \times 10^{-2}$ cm/sec が得られた。 $k_0=3.7 \times 10^{-2}$ cm/sec の場合、排水可能な水の量は動水勾配を1とした時、時間雨量に換算すると130mm程度となり透水機能は十分である。

しかし、通常路床面下の透水係数はこれより小さい。この時は浸透した水がケミカル路床から徐々に滞留する事になる。この水は舗装体間隙中に貯留される。貯留能力は間隙率の80%程度を有効間隙率と見做せば表層基層、ケミカル路盤、ケミカル路床それぞれ20, 18, 26%程度である。図5-A~Dの場合それぞれ205, 132, 170, 161mm程度の貯留能力を持つことになる。

7. まとめ 以上、水砕スラグに添加剤を混合することにより透水性に富み、CBR値の大きな路床、路盤材を作る事が出来、今後車道への透水性舗装実施の可能性を得た。さらに、動的繰返し荷重による耐久性、目詰まり、凍結時等の問題点を検討する予定である。

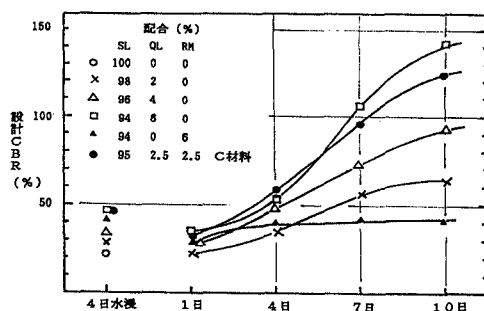


図-3 ケミカル路床 養生日数とCBRの関係(2.5mm貫入)

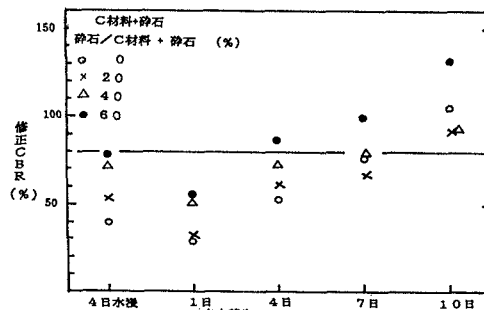


図-4 ケミカル路盤 養生日数とCBRの関係(2.5mm貫入)

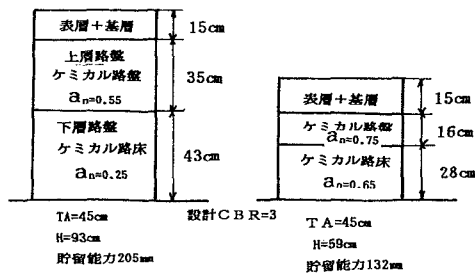


図-5-A

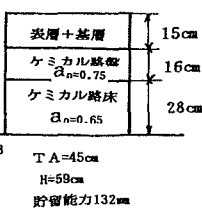


図-5-B

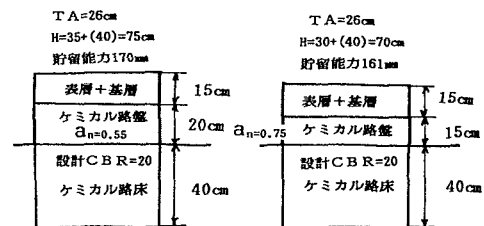


図-5-C

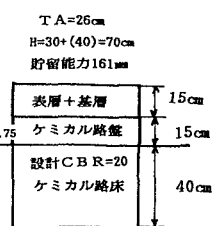


図-5-D