

北海道開発局土木試験所 正員 ○ 久 保 宏
〃 熊 谷 勝 弘

1 まえがき

北海道のような寒冷地で道路を築造する場合、凍上対策が必要となるがその方法として凍上抑制層を必要な厚さだけ路盤の下に加えて施工している。この凍上抑制層材料の種類に応じて現場における締固め管理試験法が各種示されているが、このうち砂に対してはまだ適切な管理試験法が確立されていない。この報告は、凍上抑制層用砂の締固め管理試験方法として比較的簡単で、しかも精度の高い適切な試験方法を見いだすため、産地の異なる砂を対象に各種試験方法を室内実験と現場実験において適用し検討を加えたものである。

2 締固め管理試験方法

凍上抑制層材料としての砂の締固め管理試験方法としては、突砂法による砂置換法(突砂法という)、注砂法による砂置換法(注砂法という)、ゴアカッター法、球体落下試験法、衝撃式地耐力試験法の5種類が考えられた。このうち、衝撃式地耐力試験法はその測定値から砂の締固め度を推定することが困難であることが予備実験によって判明した。また、球体落下試験法としては、試験する砂の面に球体がめり込む深さからその弧長を換算して試験器の頭部についている記録計にD値として記録される改良型球体落下試験法がよいことがわかった。

この実験に用いた試験器具とその試験方法は、注砂法、ゴアカッター法および改良型球体落下試験法については、北海道開発局道路・河川工事仕様書(仕様書という)に示されているものによった。また、突砂法は日本道路公団土木工事試験方法(KODAN A-1214)によった。

3 室内実験

実験用試料としては、厚真町浜厚真産の粗め砂と石狩市樽川産の細め砂の2種類とした。これらの砂はいずれも一般の道路工事の凍上抑制層材料として使用されているものである。

1) 供試体の作製

実験に用いた供試体は、内径60cm、高さ50cmの金属製モールドに試料を入れ、圧縮試験機と直径15cm重量7kgの手突きランマーを併用して締固めて作製した。供試体の高さは、仕様書で示す凍上抑制層の締固め後の一層最大仕上げ厚さと同じ30cmとした。各供試体の乾燥密度は、モールド内の全試料の乾燥重量と供試体の体積との比から求め、この密度を基準乾燥密度と名づけた。

2) 室内実験結果

a 突砂法、注砂法、ゴアカッター法

粗め砂と細め砂について、含水比の異なる供試体の乾燥密度を突砂法、注砂法、ゴアカッター法によって求め、そのときの基準乾燥密度と比較した結果が図-1に示すものである。これによると、注砂法によって乾燥密度を求めると、基準乾燥密度よりかなり大きな値を示し、この試験法の精度が劣っていることがわかった。突砂法で砂の密度を測定すると、基準乾燥密度に比較的近い値を示す。また、ゴアカッター法による密度測定方法では、細め砂に対してのみ基準乾燥密度に近い密度が得られる。

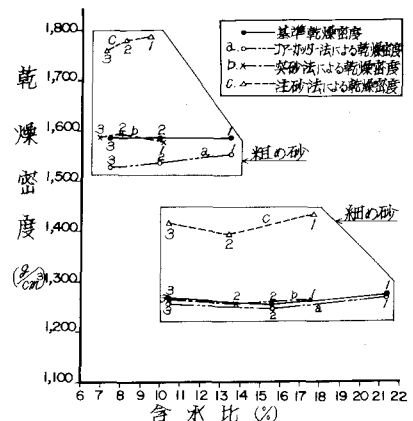


図-1 基準乾燥密度に対する各試験法による密度

b. 球体落下試験法

この実験に用いた伏試体の締固めは、含水比と締固めエネルギーを変化させてそれぞれの砂について10種類の基準密度となるように行なった。これらの伏試体についての球体落下試験の結果は図-2に示す通りである。この図から、球体落下試験法によるD値と基準密度との間には高い相関関係にあることがわかる。このことは、球体落下試験によって砂層の密度を高い精度で推定でき、また締固め管理ができることを意味する。

5. 現場実験

現地産砂を用いた凍上抑制層の実際の施工現場において、11t級ブルドーザまたはトラクターショベルによる転圧回数と球体落下試験法によるD値の関係、ならびにそのときの突砂法による乾燥密度と砂に含まれているシルト以下微粒子との関係を求めた。

1) 現場実験結果

転圧機械による適切な締固め回数を見出すために、太平洋沿岸産の砂について、その回数を4回から10回まで変化させたときの各回のD値と乾燥密度を測定し、図-3に示した。この図から、転圧回数の増加とともにD値と乾燥密度がほぼ一定値に近づくのは、7～8回の転圧のときであることがわかった。

昭和51年度、一般国道の改良工事において砂を凍上抑制層に用いた施工現場を9カ所選定し、転圧回数とD値の関係を求めて図-4に示した。この結果でも、球体落下試験法によるD値は転圧回数の増加にともなって減少してゆき、7回の転圧でほぼ一定となる。しかし、川砂と海砂ではD値に差が生じ、海砂のD値が川砂のそれより約1.0～1.5 cm大きい値を示した。これは、図-5に示す砂に値含まれるシルト以下微粒子分や砂の粒度分布の違いなどに原因しているものと考えられる。

6. まとめ

砂を凍上抑制層材料に用いた場合の現場管理試験方法に関する実験結果の要約は次の通りである。

- 1) 砂の締固め管理試験方法としては記録装置のついた改良型球体落下試験法が最良である。
- 2) 球体落下試験法によるD値と砂の乾燥密度の間には砂の粒径や産地に関係なく高い相関関係がある。
- 3) 転圧機械による締固め回数の増加にともなって、D値は小さくなり、7回でほぼ一定の値となることが現場で確認された。
- 4) 現場における各種の砂の転圧試験で、シルト以下微粒子分とD値には密接な関係があり、微粒子分の増加にともなってD値は小さくなる傾向にある。

関連論文；久保，山村；砂の締固め管理試験法に関する実験について；北海道開発局土木試験所月報 第287号 1977年4月

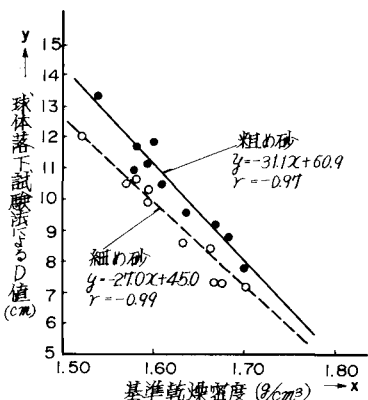


図-2 砂の乾燥密度と球体落下試験法によるD値の関係

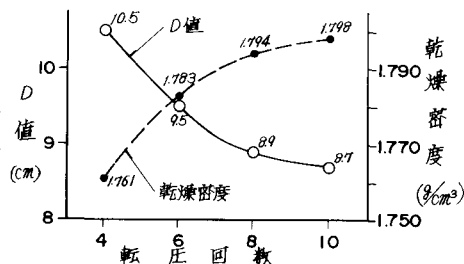


図-3 転圧回数とD値、転圧回数と突砂法による乾燥密度の関係

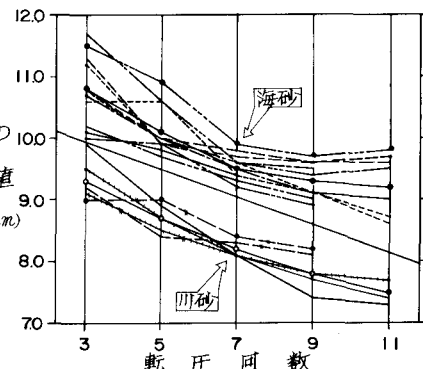


図-4 転圧回数とD値の関係

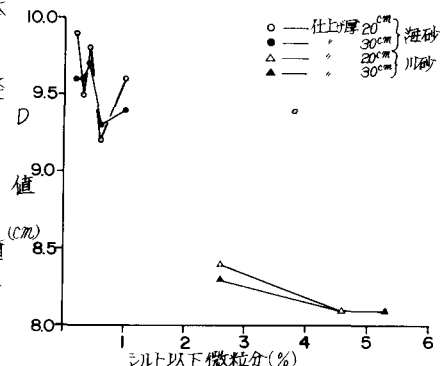


図-5 砂のシルト以下微粒子分と7回転圧後のD値の関係