

凍上抑制層におけるクリンカアッシュの適用について

北海道開発局 開発土木研究所 正会員 池田 浩康
 正会員 高橋 守人
 正会員 早坂 保則
 正会員 森 一宏

1. はじめに

道路の凍上抑制層には、主に砕石、砂利、砂が用いられるが、これら良質な天然資源の枯渇が懸念されること。又、公共工事建設コスト縮減の政策に従った設計が求められている。一方、石炭火力発電所から発生する石炭灰は、減量化や資源化がリサイクル法で定められている。しかし有効利用は、北海道においては7割ぐらいで更なる有効利用が望まれる。この両者を推進していく目的で、石炭灰の内礫分が多く凍上性の低いクリンカアッシュという材料が、道路凍上抑制層に適用できるかどうかを試験調査した。

2. 試験調査概要

試験調査は以下の内容について行った。

- クリンカアッシュの材料試験
- 試験ヤードでの試験施工
- 現地施工
- 施工後の路面調査

3. クリンカアッシュの材料試験

クリンカアッシュの性状を把握するために、表 - 1 の試験を行い、その結果を得た。

北海道開発局の道路・河川工事仕様書では、凍上抑制層の品質は以下のとおりとされている。

「凍上抑制層材料は、次に示す品質規格に合格するもので、火山灰、砂又は 80 mm級以下の切込砂利等の粗粒材料で、ごみ、どろ、有機物などを有害量含んではならない。」ここでいう品質規格とは、「80 mm級以下の切込砂利等の粗粒材料は、全量について、75 μmふるいを通過するもので、4.75 mmふるいを通過するものに対し、切込砂利で9%、切込砕石で15%以下でなければならない。砂については6%以下でなければならない。」とあり、その他の材料については、この規格からはずれても、凍上試験に合格すれば使用することができる。粒度試験の結果、図 - 1 に示す分布をしている。そして、ふるいの規格については11%であった。また、凍結融解後の粒度試験も実施したところ、若干細粒化がみられた。しかし、砕石と異なる種類であることから凍上抑制層の適否判定には、凍上試験、有害物質の分析試験(表 - 2)を追加して行った。凍上試験では凍上性と判定される凍上率 20%を下回る 0.2%を示した。分析試験において、有害物質は不検出で、使用するクリンカアッシュは使用可能であると判断した。

4. 試験ヤードでの試験施工

現地施工予定箇所の近隣に試験ヤードを設け、試験施工を実施し、施工管理の検討を行った。計画ではここで使用したクリンカアッシュと同一種を現地施工で使用する考えであったが、石炭の燃焼計画で同一種の使用は不可能となるキーワード：凍上抑制層、クリンカアッシュ、凍上試験、リサイクル

表-2 分析試験

| 試験項目 | 試験値(試) | 試験値(現) |
|-------|--------|--------|
| カドミウム | 不検出 | 不検出 |
| 砒素 | 不検出 | 不検出 |
| 鉛 | 不検出 | 不検出 |
| 六価クロム | 不検出 | 不検出 |
| セレン | 不検出 | 不検出 |
| 総水銀 | 不検出 | 不検出 |

(試)は試験ヤードでの使用材料

(現)は現地での使用材料

表-1 クリンカアッシュの性状

| 試験項目 | 試験値(試) | 試験値(現) |
|-------------|-------------------------|---------|
| 自然含水比 | % 14 | 12.2 |
| 土粒子密度 | g/cm ³ 2.371 | 2.214 |
| 粒度 | 図-1 | 図-1 |
| (均等係数) | % 32.9 | 22.72 |
| (曲率係数) | % 0.5 | 2.43 |
| (最大粒径) | mm 37.5 | 19 |
| 最大乾燥密度 | g/cm ³ 1.182 | 1.319 |
| 最適含水比 | % 25.3 | 11.2 |
| 凍上 | | |
| (凍結様式) | コンクリート状 | コンクリート状 |
| (凍上率) | % 0.3 | 0.2 |
| (凍結融解後のCBR) | % 38 | 29 |

(試)は試験ヤードでの使用材料

(現)は現地での使用材料

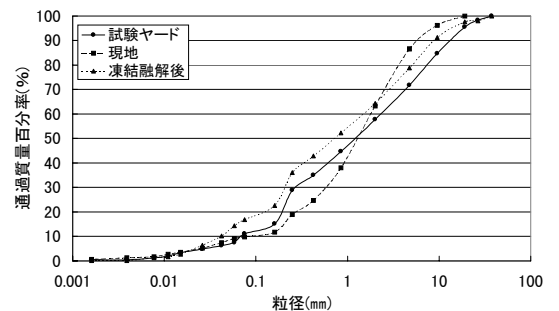


図-1 粒度分布

った。そこで、粒度の比較的近いクリンカアッシュを現地施工で使用することにした。材料試験結果を表 - 1 及び表 - 2 に示す。

施工規模は、8.0m (幅) × 0.4m (厚さ) × 50m (延長) である。

施工機械は、0.7m³バックホー、10t ダンプトラック、6t ブルドーザ、10t タイヤローラを使用した。

施工方法は、測量・遣方設置 基盤整正・転圧 材料運搬 1層目敷均し・転圧 2層目敷均し・転圧 試験・調査の手順によった。

試験内容は、施工について、現場密度を90%以上確保すること。締固め施工管理に用いられる球体落下試験(D値)の管理値を得ること。材料の変化率を求めること。以上を目的に試験を行った。試験内容を表 - 3 に示す。

試験結果は、締固め度 89~99%、現場 CBR 9~12%、D値 7.3~6.9cm、表面沈下量 12~15 mm、土量変化率 1.4~1.5 であった。まず、転圧回数については、締固め度 90%以上、表面沈下量は収束に近づいていることを満たす最小値から、6回以上とした。D値は、締固め度との関係(図 - 2)から 7.2cm 以下を現場管理値とした。

表-3 試験内容

| 試験項目 | 試験方法 | 数量 |
|----------|---------------|------------|
| 現場密度試験 | JIS A 1214 | 3箇所(3点/箇所) |
| 現場CBR試験 | JIS A 1222 | 3箇所(3点/箇所) |
| 球体落下試験 | 開発局法 | 3箇所(3点/箇所) |
| 表面沈下量測定 | レベル測量 | 4回(6点/回) |
| 土量変化率の測定 | 積み込み密度と現場密度の比 | 3ケース |

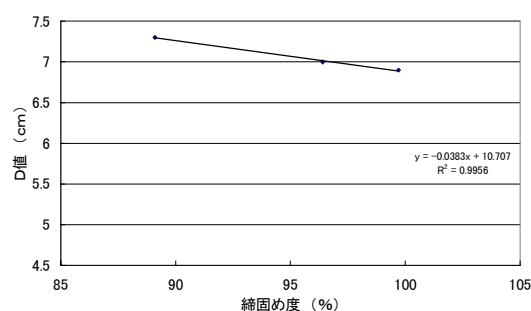


図-2 締固め度とD値

5. 現地施工

現地の施工は、平成 11 年度北海道開発局開発土木研究所で建設した苫小牧寒地試験道路にある駐車場の一部に、この材料による凍上抑制層を設けて、試験的に施工を行った。凍上抑制層は、クリンカアッシュと標準的な切込砂利 80 mm級を用いた。

施工規模は、駐車場(幅 21.0m × 延長 68.5m)、凍上抑制層(幅 7.0m × 延長 68.5m)で、その内クリンカアッシュ使用が 48.5m、切込砂利 80 mm級使用が 20m とした。

舗装構成は、表層 3 cm (試験調査時は未施工)、上層路盤 5 cm、下層路盤 30cm、凍上抑制層 40cm である。

施工機械は 10t ダンプトラック、6t ブルドーザ、10t タイヤ振動ローラを使用した。

施工方法は、路床仕上げ 材料運搬 1層目敷均し・転圧 2層目敷均し・転圧 試験・調査の手順によった。

現位置試験の結果、現場密度は 96%、D値は 4.9cm で締固めについては良好であった。D値については、図 - 2 の相関からはずれる傾向であった。

6. 施工後の路面調査

施工後の調査は、冬期の路面状態を把握するために凍結深、凍上量、路面の縦断凹凸を測定した。結果を表 - 4 に示す。凍結深度は 88cm で、凍上抑制層より 13cm 深く達している。凍上量、路面の縦断凹凸については、目標値をクリアしている。クリンカアッシュと切込砂利 80 mm級の比較では、多少切込砂利 80 mm級の凍上抑制層効果が優れていた。

表-4 路面調査結果

| 調査項目 | クリンカ工区 | 80mm工区 | 目標値 | 備考 |
|---------|--------|--------|--------|----------|
| 凍結深度 | 88cm | | | |
| 最大凍上量 | 9mm | 3mm | 30mm以下 | 道路維持修繕要綱 |
| 路面の縦断凹凸 | 3.6 | 2.4 | σ=5以下 | // |

7. 終わりに

今回現地施工したクリンカアッシュについては、材料規格、施工管理、冬期路面調査結果は良好であったが、凍上試験での確認を行うことにより、使用は可能と思われる。また凍結融解後の支持力確認については発表当日に報告する予定である。

発電所で使用される炭種は多くなる傾向にあり、それに伴いクリンカアッシュの性状が若干違う。

今後の課題としてはデータを蓄積して、いろんな炭種から産出されるクリンカアッシュの凍上抑制層への適用について明らかにしていくことである。そうすることによってクリンカアッシュの有効利用が促進される。

終わりに、この試験調査にご協力頂いた北海道電力株式会社総合研究所の関係各位にお礼を申し上げます。