

# アスファルト舗装におけるクリンカアッシュの性能評価 Performance Evaluation of Clinker Ash in Asphalt Pavement

○竹内康<sup>1</sup>, 江向俊文<sup>2</sup>, 村上由貴<sup>3</sup>, 三浦隆雄<sup>3</sup>, 鈴木敦<sup>3</sup>

Y. Takeuchi, T. Emukai, Y. Murakami, T. Miua and A. Suzuki

**1. はじめに** 石炭火力発電所では発電に伴い多くの石炭灰が排出されるが、今後、石炭灰発生量の増加および灰捨場の減少は必至であると言われており、多くの分野への有効利用が課題となっている。石炭火力発電所から発生する石炭灰には、ボイラ底部から回収されるクリンカアッシュと集塵機で回収されるフライアッシュがある。このうち、クリンカアッシュは軽量でせん断強度や透水係数が大きいことから、盛土材や土壌改良材として用いられることがあり、舗装用材料としては、路盤・路床材、凍上抑制材などに用いられている。しかし、舗装材としてのクリンカアッシュの荷重支持性能評価を実舗装レベルで評価した例はごく僅かである。

福島県では、農山村地域である川内村で実施した「県営ふるさと農道緊急整備事業」において、相双地方（浜通り中北部）の沿岸にある原町や相馬共同といった石炭火力発電所から発生した表-1 に示す性状のクリンカアッシュを試験的に路床材(置換盛土・凍上抑制層)として使用している。本研究では、当該事業区間において重錘落下式の舗装非破壊試験機（Falling Weight Deflectometer, FWD）による調査を実施し、クリンカアッシュによる構築路床の支持力評価を行ったので報告する。

**2. 調査概要** 県営ふるさと農道緊急整備事業は、

表-1 クリンカアッシュの基本特性

試験項目	試験値	試験項目	試験値
土粒子密度	2.22g/cm <sup>3</sup>	自然含水比	30.2%
均等係数	24.3%	最適含水比	41.3%
曲率係数	1.2%	最大乾燥密度	1.06g/cm <sup>3</sup>
最大粒径	9.5mm	室内 CBR	61.8%

福島県川内村の下川内地区（同村南東部）において実施され、当該事業において延長 L=1060m の幹線農道を整備した。今回、舗装の非破壊調査を実施した箇所は、平成 17～18 年度に施工した L=542.7m の区間で、クリンカアッシュの置換路床区間（区間 A）と良質な山砂による置換路床区間（区間 B）を含むものであった。なお、舗装構造および設計条件を表-2 に、FWD 支持力調査実施状況を図-1 に示す。なお、調査は 2007 年 8 月 21 日～22 日にかけて実施し、舗装体温度（表面から 0, 2, 4cm）および載荷時の舗装表面たわみ（載荷中心より 0～200cm）を 1 個所につき 3 回測定した。

**3. 調査データの解析** 本研究では、測定した表面たわみデータから多層弾性理論に基づく静的



図-1 FWD 調査区間の舗装構造

表-2 FWD 調査区間の舗装構造

	区間 A	区間 B
構築前 CBR	0.7	0.4
設計 CBR	3	
表層	4cm(密粒 As13F)	
路盤層	15cm(M-40)	21cm(RC-40)
凍結抑制層	19cm(クリンカアッシュ)	21cm(RC-40)
置換層	41cm	47cm

1 東京農業大学 Tokyo University of Agriculture, 2 前田道路(株)Maeda Road Construction Co.,Ltd

3 福島県 Fukushima Prefecture

Key Words : アスファルト舗装, クリンカアッシュ, 置換路床, FWD

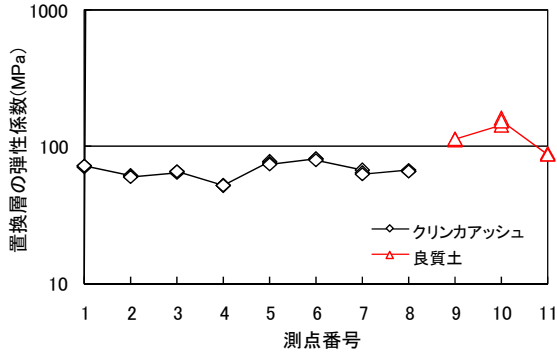


図-2 置換層の弾性係数解析結果

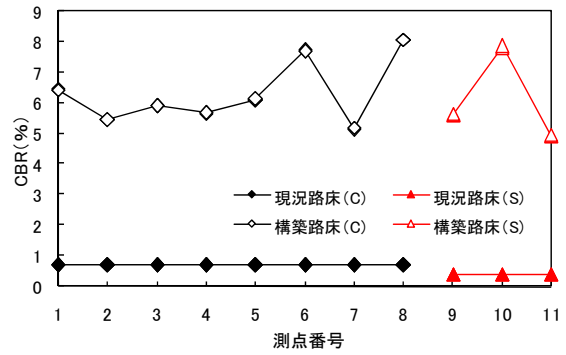


図-3 構築路床の CBR 解析結果

逆解析プログラム BALM for Windows により表層から路床までの各層の弾性係数を求めた。BALM による逆解析は、各層の初期弾性係数を仮定し、これを変化させて測定たわみ形状と計算たわみ形状がほぼ一致するまで繰返し計算を行うものである。

本研究では、表層から路床までを 5 層構造にした場合と、置換層と路床を同一層（構築路床）と見なした 4 層構造にした場合の 2 通りの解析を実施し、置換層単体および構築路床の弾性係数を算出するとともに、次式によって構築路床の CBR を算出した。

$$E_i = 10 \cdot CBR_i \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 $E_i \cdot CBR_i$ ：地点  $i$  の構築路床の弾性係数(MPa)および CBR である。

**4. 結果および考察** 図-2 に置換層の弾性係数を、図-3 に式(1)から求めた構築路床の CBR を示す。なお、測点番号 1～8 は区間 A、9～11 は区間 B である。図-2 より、クリンカアッシュ、良質土ともに置換層の弾性係数は 100MPa 前後であるが、良質土の方が弾性係数は若干高いことがわかる。また、図-3 より構築路床として解析した場合には、区間 A、区間 B ともに 5～8% と、同等の CBR が算出された。図-3 の結果に関して、式(2)および表-1、2 の結果を用い、路床の層厚を 1m として区間 A の 2 層構造を成す構築路床の CBR を算出したところ、測点 1～8 の構築路床の CBR=9.9%であった。しかし、図-3 では CBR=5～8%であったことから、これがクリンカアッシュの締固め不足に起因するもの

表-3 調査区間の設計 CBR

	区間 A	区間 B
区間の CBR	5.3%	4.6%
設計 CBR	4	4

と仮定し、置換層の CBR を求めた場合、30～50%程度の値となる。このことより、施工時にクリンカアッシュ置換層は室内 CBR 試験で得られた程の締固め効果が得られなかったものと考えられる。

$$CBR_m = \left[ \frac{h_1 CBR_1^{1/3} + \dots + h_n CBR_n^{1/3}}{100} \right]^3 \quad \dots\dots(2)$$

ここで、 $CBR_m$ ：地点  $m$  の CBR、 $h_1 \sim h_n$ ：地点  $m$  の各層厚(cm)、 $CBR_1 \sim CBR_n$ ：地点  $m$  の各層の CBR である。

さらに、舗装設計便覧に基づき区間の CBR および設計 CBR を求めたところ、表-3 に示すとおり設計 CBR は 4 であった。表-2 に示すように当該区間のアスファルト舗装構造は設計 CBR=3 で設計されているため、いずれの区間も十分な支持力があるものと判断できる。しかし、クリンカアッシュの供用性に関するデータは少ないことから、今後の追跡調査が必要であるとされる。なお、本研究で用いたクリンカアッシュの基本データは(有)坪倉土質調査設計より提供いただいた。記して感謝の意を表す。

**参考文献** 三浦隆雄(2007)：石炭灰による農道路床の施工について、農業農村工学会東北支部第 51 回研究発表会、日本道路協会(2006)：舗装設計便覧、土木学会舗装工学委員会(2005)：多層弾性理論による舗装構造解析入門、土木学会舗装工学ライブラリー3