

石炭灰を用いたセメント固化道路路盤の実用化に向けての取り組み

北陸電力(株)技術開発研究所
北陸電力(株)火力部
福井県雪対策・建設技術研究所

正会員○清水 拓治
正会員

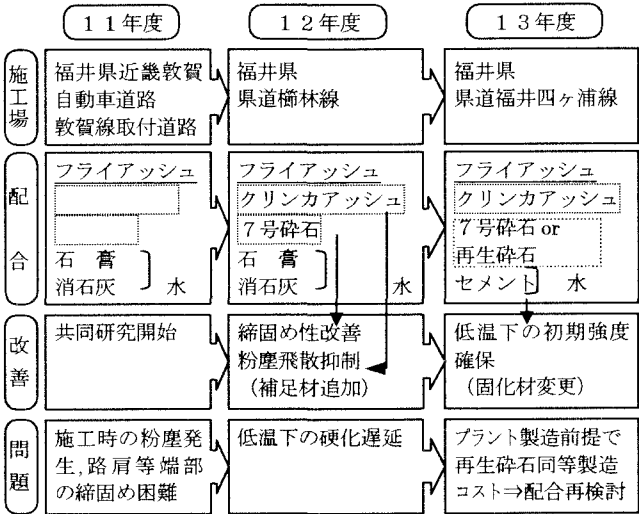
杉本 行弘
吉田 昌人
篠原 久雄

1. はじめに

北陸電力(株)では、自社石炭火力発電所から大量発生する石炭灰（粉末状のフライアッシュと砂状のクリンカアッシュに大別）の有効利用の一環として、11年度より、福井県雪対策・建設技術研究所と共同研究を行い、主にフライアッシュのセメント固化道路下層路盤への利用に取り組んできた。13年度は、この材料の実用化を目指し、施工性改善に取り組んだ結果、公共道路での試験施工で良好な成果が得られたので、この研究内容を報告する。

2. 研究経緯

研究経緯は図－1 のとおりであるが、13年度は低温下の初期強度確保を課題に、固化材を石灰・石膏から初期強度発現の早いセメントに換えて研究を進めた。



図－1 研究経緯

試験施工では①、②の配合材料と粒状の再生碎石を舗装したが、ここでは②の配合を中心に報告する。

- ① 12年度配合の固化材（石膏，消石灰）をセメントに換えた配合
- ② 12年度配合の固化材をセメント，7号碎石から再生碎石に換え，配合比率を再検討した配合

3. 目標設定と配合試験法

配合試験は、12年度までの配合比率を再検討したため、実用化の面から粉塵防止、締固め性向上の再確認も必要となる。したがって、粉塵防止、締固め性向上、初期強度確保を前提に下記目標を設定して、試験を実施した。

試験に用いたフライアッシュ（以降FA）の性状は表－1のとおりである。

粉塵防止の目標：粉塵を抑制できる最低クリンカアッシュ（以降CA）量の決定

(設定理由) CAの保湿度がFAの粉塵抑制要因と仮定

(実施試験) (FA+CA)の乾燥促進試験 ⇒ (試験1)

(決定配合) FA:CA

表－1 FAの性状

項目	性状
二酸化ケイ素(%)	61.4
pH	9.7
強熱減量(%)	3.7
密度(g/c m³)	2.2
45μmふるい残分(%)	11.1
比表面積(cm²/g)	4,460
フロー値(%)	99

締固め性向上の目標：修正CBR値20%以上（アスファルト舗装要綱）

(設定理由) 転圧直後の支持力確認，施工上適切な機械の確認（再生碎石同様）

(実施試験) 修正CBR試験（JISA1211） ⇒ (試験2)

(決定配合) (FA+CA)：(再生碎石)

初期強度確保の目標：一軸圧縮強さ0.98MPa以上[7日20℃（アスファルト舗装要綱）]，[7日5℃]

(設定理由) セメント硬化後の支持力確認（冬季施工を計画；5℃養生も確認）

(実施試験) 安定処理混合物の一軸圧縮試験方法（「舗装試験法便覧」（社）日本道路協会） ⇒ (試験3)

(決定配合) (FA+CA)：(再生碎石)（但し，FAの一部はセメント置換え）

4. 配合試験結果

（試験1）では、質量比がFA:CA=10:0～0:10の4ケース（CAは含水比60%で、全体では含水比25%の試料150gに調整）について、30℃の恒温乾燥炉で乾燥させた時の経時的質量変化を捉えた。結果は図－2より、

FA:CA=10:0, 10:1が質量変化が小さかった。これはFAの粒度がセメント同等でCAよりかなり小さいため表面乾燥に留まり、全体に乾燥が進まなかったと考えられる。よって、12年度の粉塵抑制効果はCAはポーラスで保水性があるが、粒度の小さいFA中では、表面に逐次、水を供給する側に働き、表面の乾燥を抑制（均一に乾燥）したためと思われる。ミキサー攪拌によるデジタル粉塵計の実測では、初期粉塵に対してFA:CA=10:0は+80cpm、FA:CA= 10:1は+12cpmとなり、CAは少量でも粉塵抑制効果が確認されたため、FA:CA=10:1を基本に他の材料割合を決定した。

（試験2）では、FA:CA=10:1の石炭灰と再生碎石を表-2の配合（乾燥質量%表示、水は最適含水比）で混合した場合の修正CBR試験を実施した。結果は図-3より、全て目標値の20%以上で、転圧直後の支持力があるため、締固め性が良く、再生碎石同様の施工機械が使用可能と判断できた。

（試験3）では、表-2の配合のうち、FAの一部を普通ポルトランドセメント（12年度試験実績に基き10.9%）に置換えた配合で、7日20℃養生の一軸圧縮試験を実施した。結果は、図-4より、全て目標強度以上であるが、別に実施した7日5℃養生では、③が1.46MPaと7日20℃養生2.25MPaの約64%，②が目標値の0.98MPa程度となった。

今回は冬季施工の計画のため、試験施工には③を採用した。

5. 現場試験結果

平成 14 年 3 月に実施した福井県の県道福井・四ヶ浦線での試験施工結果については表-4のとおりである。

- ・デジタル粉塵計による施工現場周辺の測定値は 10～16cpmと低い値を示し、粉塵抑制の目的を達成できた。
- ・締固め性については、通常の施工機械で施工でき、転圧直後の現場 CBR 値は 22%と大きかった。また、転圧直後の車両の走行性も良好であった。
- ・初期強度については、低温下でも再生碎石が 30%程度、セメントが 10%程度であれば、十分強度が発現されることが、現場から持ち帰った供試体の試験結果から確認できた。
- ・その他品質については、締固め度はアスファルト舗装要綱の基準、7日経過後の固化路盤は土壌の汚染に係る環境基準（27項目）を満足した。

6. 今後の課題

今回、研究した路盤材は固化材以外は全て再生材であり、リサイクル率が高いことは言うまでもなく、固化盤形成による不等沈下の防止や不透水層形成による路床の脆弱化、凍上防止および軽量化による盛土への負荷軽減、運搬効率向上等の利点が考えられる。

今後は、ニーズに応じて改善し、さらに良質で経済性に優れたものを追求していく予定である。

参考文献：1)(社)日本道路協会：アスファルト舗装要綱 2)(社)日本道路協会：舗装試験法便覧

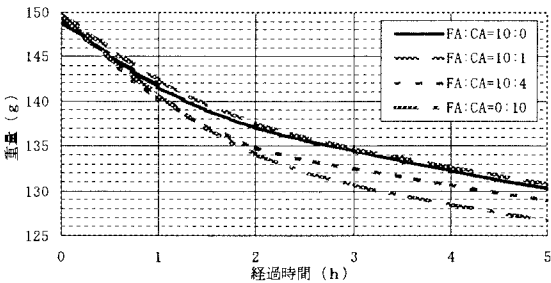


図-2 経過時間と質量の関係

表-2 修正 CBR 試験配合

	FA	CA	再生碎石	水	計
①	56.3%	3.5%	22.5%	17.7%	100%
②	53.1%	3.3%	26.5%	17.1%	100%
③	49.5%	3.1%	32.3%	15.1%	100%

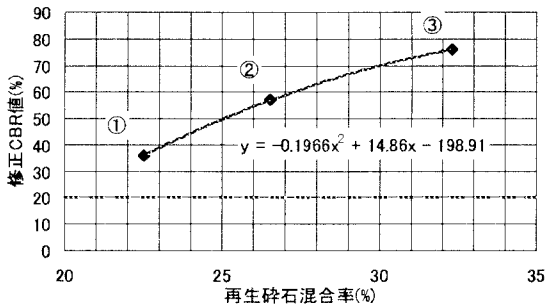


図-3 再生碎石混合率と修正 CBR 値の関係

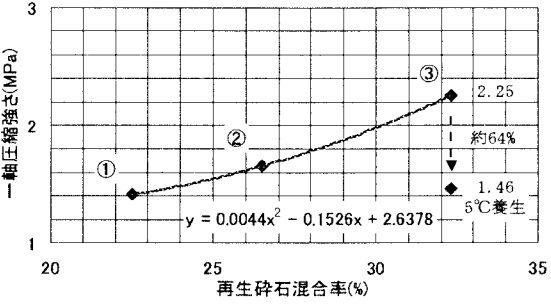


図-4 再生碎石混合率と一軸圧縮強さの関係

表-4

試験項目	結果	基準
浮遊粉塵濃度 (cpm)	10～16	—
現場 CBR 値[転圧直後] (%)	22.4	—
現場 CBR 値 [7 日] (%)	60 以上	—
最大乾燥密度 (g/cm ³)	1.43	—
現場乾燥密度 (g/cm ³)	1.34	—
締固め度 (%) (アスファルト舗装要綱)	93.5	93.0
六価クロム溶出量 (mg/l) (土壌の汚染に係る環境基準)	0.021	0.05