

# 石炭灰を使用したセメント安定処理材の練り上がり形態が強度に及ぼす影響（現場試験）

北電興業（株） 正会員 下田 哲司  
 北海道電力（株） 正会員 田中 則和  
 北電興業（株） 正会員 安藤 睦

## 1. はじめに

石炭灰を使用したセメント安定処理材の練り上がり形態が強度に及ぼす影響の研究<sup>1)</sup>で、最適含水比の1.3倍程度の含水比で締め固めが不要な形態(以下「味噌状」と呼ぶ)の安定処理材が、既存技術の最適含水比付近(以下「粉体状」と呼ぶ)の安定処理材より、強度発現や混合性の点で優位性があることを明らかにした。

本文では、これらの形態を用いて実規模大の現場試験を実施し、実施工における練り上がり形態が強度に及ぼす影響を調査した結果を報告する。

## 2. 試験概要

表 - 1 石炭灰の基本物性

項目	1号灰 (MO/OB)	2号灰 (WA)
二酸化けい素 (%)	49.7	66.8
湿分 (%)	0.04	0.00
強熱減量 (%)	14.1	1.6
土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.16	2.15
ブレン比表面積 (cm <sup>2</sup> /g)	---	2850
45 μmふるい残分 (%)	30	17
フロー値比 (%)	---	102
活性度指数(材齢 91 日) (%)	---	82
活性度指数(材齢 28 日) (%)	---	98

### 2.1. 使用材料

試験に用いた石炭灰は、北海道電力（株）苫東厚真発電所の1号機と2号機から発生するフライアッシュである。表 - 1 に基本物性値を示す。

コンクリート用フライアッシュの JIS 規格では、2号灰が 種に分類される。一方、1号灰は強熱減量が14%と多く JIS 規格外のフライアッシュである。

使用したセメントは高炉セメント B 種である。

### 2.2. 試験ケースと配合

表 - 2 に試験ケースと配合を示す。なお、ケース名は“(灰種)-(形態)-(セメント添加量)”を表しており、1が「粉体状」、2が「味噌状」を示す。

セメント添加量は、安定処理材料の仕上がり 1m<sup>3</sup> に対して 75kg(乾燥質量比で約 7%)と 175kg(乾燥質量比で約 18%)とした。配合含水比は、「粉体状」が最適含水比の0.9倍の含水比とし、「味噌状」はテーブルフロー値で 14±1.0cm となる含水比とした。

### 2.3. 施工方法および室内試験方法

混合は、処理能力 100m<sup>3</sup>/h の連続式 2 軸パドルミキサの混合プラントを使用し、1 ケース当たり高さ 1m×幅

10m×長さ 10m の試験ベットを造成した。「粉体状」の施工方法は、一層 25cm 当たり普通ブルドーザ(15t) 6 回 + タイヤローラ(8~15t) 2 回の転圧を実施し、締め固め度を 90% 以上で管理しながら 4 層で施工した。「味噌状」の施工方法は、バックホウによる投入後、特殊バケットにて振動を与えて、一層 1m で仕上げた。

現場の配合と同じ配合で実施した室内試験は、モルタルミキサを用いて 5 分間混合し、供試体の作製は「粉体状」が「安定処理土の突き固めによる供試体作製方法」で、「味噌状」は「安定処理土の締め固めをしない供試体作製方法」でそれぞれ作製し、気中(20℃、湿度 90%)で所定材齢まで養生した。

表 - 2 試験ケースと配合(1m<sup>3</sup>当たり)

試験ケース名	石炭灰 (kg)	セメント (kg)	水 (kg)	含水比 (%)
1- 1-75	967	75	347	33.3
1- 1-175	908	175	340	31.4
1- 2-75	1177	75	258	20.6
1- 2-175	1102	175	259	20.3
2- 1-75	967	75	490	47.0
2- 1-175	908	175	485	44.8
2- 2-75	1177	75	416	33.2
2- 2-175	1102	175	416	32.6

キーワード：石炭灰、セメント安定処理、味噌状、固化盤、リサイクル

北電興業(株)土木部 〒060-0031 北海道札幌市中央区北 1 東 1-2-5 Tel:011-210-0772 Fax: 011-232-7726

### 3. 試験結果および考察

図-1 に同灰種、同セメント量における各形態の平均現場強度を示す。「味噌状」の形態は「粉体状」の約 2.1 倍の強度発現を示すことから大幅なセメント量の削減が可能である。さらに施工状況から「味噌状」の形態は、必要重機数の軽減やサイクルタイムの短縮が見込めるため、トータル施工コストの削減が可能である。

図-2 に同形態、同セメント量における室内および現場の各灰種の平均強度を示す。1 号灰と 2 号灰では、ほぼ同程度の強度を示しており、JIS 規格外である 1 号灰でも安定処理材として使用できる結果が得られた。

図-3 に 2 号灰の室内試験結果を示す。特徴として材齢 28 日から 91 日における強度の伸び率が大きいことが判る。一般的に普通コンクリートの伸び率が約 1.2 倍<sup>3)</sup>程度であるのに対して、石炭灰の安定処理材は「粉体状」が 1.4 倍と大きく「味噌状」では 1.8 倍とさらに大きい結果が得られた。これより、石炭灰の安定処理材を使用する場合は、設計材齢を長期に設定することでセメント量の低減が可能となり、施工コストの削減に有効であると言える。

また、材齢 28 日から 91 日において強度発現の顕著な「味噌状」のセメント 175kg/m<sup>3</sup>のケースは、湿潤密度が変化しないにもかかわらず、含水比の低下や乾燥密度の増加がみられる。これらの傾向は、水和やポゾラン反応により水が消化され、強度が大きく伸びたものと推察できる。

### 4. まとめ

本研究で得られた結果をまとめると以下のとおりである。

- (1) 現場施工においても「味噌状」(テーブルフロー $14 \pm 1.0\text{cm}$ )は「粉体状」(0.9Wopt)より強度やコストの面で有利な形態であった。
- (2) 石炭灰を使用した安定処理技術において「コンクリート用フライアッシュ JIS」の規格外品は、フライアッシュ 種と同程度の強度が得られ、十分に使用可能であった。
- (3) 石炭灰を使用した安定処理材は、設計材齢を長期に設定することが施工コストの削減に有効であった。

### 5. おわりに

本研究において提案した「味噌状」の練り上がり形態は、苫東コールセンターの増設工事に採用され、実施工においてもその有効性が確認されている<sup>4)</sup>。最後に、「味噌状」の形態を提案するにあたって、ご指導、ご協力を頂いた関係各位に深く感謝の意を申し上げる次第である。

#### 参考文献

- 1) 安藤睦、小林仁、田中則和：石炭灰を使用したセメント安定処理材の練り上がり形態が強度に及ぼす影響(室内試験)、土木学会第 55 回年次学術講演会概要集、2000(投稿中)
- 2) 社団法人セメント協会：セメント系固化材による地盤改良マニュアル(第 2 版)、1994
- 3) (財)日本コンクリート協会：コンクリート便覧(第 2 版)、1996,2
- 4) 林透、朝倉弘行、安藤睦：石炭灰を用いた固化盤工法の施工、土木学会第 55 回年次学術講演会概要集、2000(投稿中)

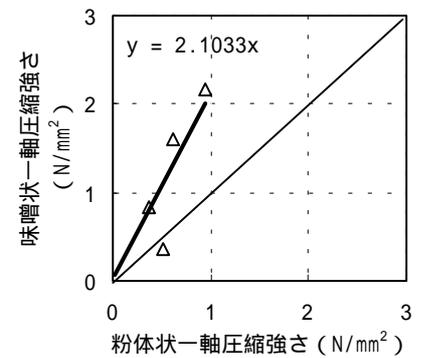


図-1 各形態の強度(材齢28)

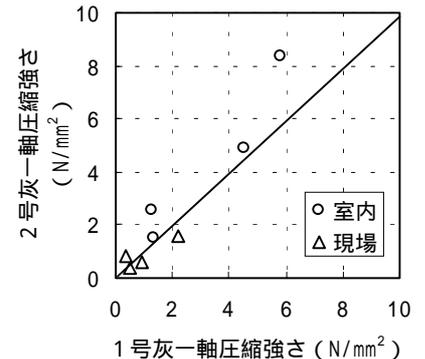


図-2 各灰種の強度(材齢28)

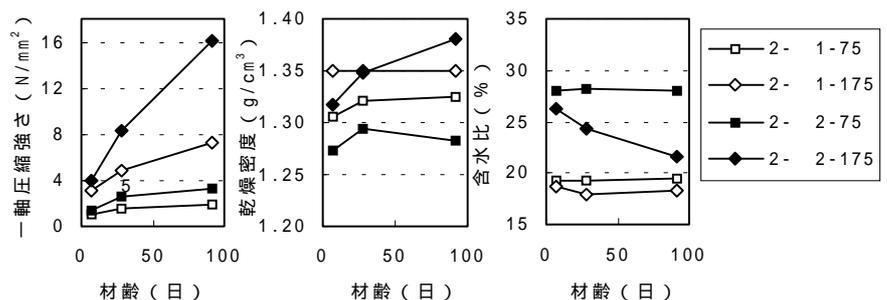


図-3 室内試験