

第Ⅲ部門

非飛散性アスベスト含有建材無害化処理残渣の流動化処理土への適用性

京都大学大学院 学生員 諸富 鉄之助
 京都大学大学院 正会員 乾 徹
 京都大学大学院 正会員 高井 敦史
 京都大学大学院 正会員 勝見 武

1. はじめに

非飛散性アスベストを含有する建材は高度成長期に住宅建設等に利用されてきたが、老朽化等による建材の廃棄が今後 4000 万トン程度と見込まれており、従来の埋立処分に替わる経済的でオンサイトでも実施できるアスベスト含有建材の無害化処理技術が開発されている。その 1 つとして破碎と硫化カルシウムを用いた化学的分解を組み合わせたメカノケミカル処理があるが¹⁾、処理の際に湿式破碎を行うため高含水比の細粒分主体の残渣が発生することから、この残渣を処分するのではなく循環資材として利用することが望まれる。本研究では、非飛散性アスベストを含有するスレート建材の無害化処理物を対象に、流動化処理土としての適用性評価を行った。著者らはこれまでの研究で、同様の無害化処理物を対象に粒状化処理工法や安定処理工法の適用性を明らかにしているが²⁾、流動化処理工法は無害化処理物を脱水することなく高含水比の状態で再生利用できる点において合理的かつ経済的であると考えられる。

2. 実験方法

2.1 使用材料 本実験で用いた試料は、スレート建材をボールミル等で破碎後、建材の質量比 5%の無機硫黄電解質溶液と約 200%の水を添加し、破碎反応ミルを用いて 48 時間湿式破碎を行った処理物であり、この過程によりアスベスト含有率は 5.4%から検出限界 (0.1%) 以下に低減している。表-1 に処理物の物性、図-1 に粒径加積曲線をそれぞれ示す。図-1 より細粒分が 90%以上を占めている。また、第二種特定有害物質の土壌溶出量・土壌含有量はすべて基準値未満であった。また、固化材に高炉セメント B 種を、混和剤として分散剤を用いた。

表-1 無害化処理物の物性

項目	単位	値
土粒子密度	g/cm ³	2.68
液性限界	%	89.3
塑性限界	%	57.4
塑性指数		31.9
pH		8.8
化学組成		
CaO	%	64.0
Fe ₂ O ₃	%	23.7
SiO ₂	%	5.4
SO ₃	%	4.7
Al ₂ O ₃	%	0.8
Others	%	1.4

2.2 試験方法 所定の含水比になるよう調整した試料に乾燥質量比で 10%, 20%, 30%のセメントと分散剤を 2.5%添加し混練した後、「セメントの物理試験方法(JIS R 5201)」に準拠してフロー試験、「プレパックドコンクリートの注入モルタルのブリージング率および膨張率試験方法(JSCEF 522)」に準拠してブリージング試験を行った。その後、「安定処理土の締固めをしない供試体作製方法(JGS 0821:2009)」に従い直径 5 cm、高さ 10 cm のプラスチックモールドで供試体を作製し、密閉養生を行った。養生日数 28 日後の供試体に対し一軸圧縮試験(JIS A 1216)を行った。供試体の

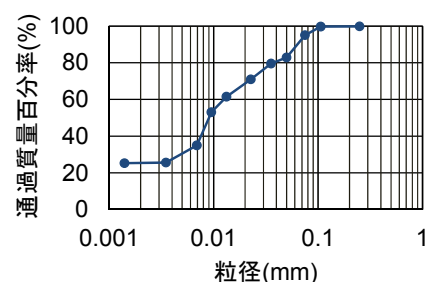


図-1 粒径加積曲線

密度は 1.20~1.32 g/cm³であった。今回は流動化処理土の品質を評価するにあたって埋設管の埋戻し基準（フロー値 160 mm 以上、ブリージング率 3%未満、一軸圧縮強さ 130~500 kN/m²）を採用した³⁾。さらに泥土から製造した流動化処理土（以下、比較試料）との比較実験を行い、一般的な流動化処理土との特性の違いを評価した。使用した泥土は粗粒分が 75%以上を占めており、一軸圧縮試験の供試体の密度は 1.35 g/cm³であった。

3. 実験結果とその考察

3.1 フロー値及びブリージング率 表-2 に本研究で行った流動化処理の配合とフロー値及びブリージング率、水セメント比 (W/C) を示す。W/C とフロー値には相関性があり、同じセメント添加率であれば、含水比が高

くなり W/C が増加するほどフロー値が大きくなることから。これはコンクリート中の水量が増加すると流動性が增大するという既往の研究⁴⁾と一致している。また流動化処理土の材料となる土砂の細粒分の割合が大きいほどフロー値は小さくなる⁵⁾ので、無害化処理物を流動化処理するにあたってフロー値の確保が困難と予想されたが、今回のように含水比 150%以上では基準のフロー値 160 mm を満たした。全てにおいてブリージング率が 0% を示したのは、無害化処理物に多く含まれる細粒分の影響で保水性が高いためと考えられる。

表-2 流動化処理土の配合とフロー値・ブリージング率

No.	含水比 W (%)	セメント添加率 C (%)	W/C	フロー値 (mm)	ブリージング率 (%)
1	150	10	15	190	0
2		20	7.5	175	
3		30	5	165	
4	180	10	18	190	
5		20	9	185	
6		30	6	185	
7	200	10	20	195	
8		20	10	200	
9		30	6.7	200	
比較試料	600	125	4.8	300 以上	1.5

3.2 安定化処理物の一軸圧縮強さ 図-2, 図-3 に W = 150%、200%における 28 日養生後の一軸圧縮試験結果（応力ひずみ曲線）を示す。セメント添加率の増加に伴い一軸圧縮強さが増加するとともに、破壊に至るまでの曲線の傾き及び破壊ひずみが初期含水比を問わず増加していることから、強度・剛性の増加が確認された。図-4 に一軸圧縮強さと W/C の関係を示すが、決定係数 $R^2 = 0.9$ から相関が高く、W/C を 4.2~13.7 の範囲にすること流動化処理土として適切な強度である 130~500 kN/m² を確保することができるといえる。また比較実験の結果から一般的な泥土より大きな W/C でも同程度の強度を得られるとわかった。

4. おわりに

非飛散性アスベスト含有建材の無害化処理過程で発生する高含水比残渣を用いた流動化処理土は、含水比 150%ではセメント添加率 10%、20%、含水比 180%ではセメント添加率 20%、含水比 200%ではセメント添加率 20%といった4つの配合で全ての基準値を満たした。さらにセメント添加により強度・剛性が増加するとともに、水セメント比から配合段階で固化後の強度を予測しうる可能性が示唆された。よって、既往の研究²⁾で提案している粒状化処理や安定処理による再資源化と比較して残渣発生時の含水比である約 200%の状態から脱水処理を経ずに改良が可能である結果が得られた。

本研究は、平成 27 年度環境研究総合推進費研究事業「大量に廃棄される非飛散性アスベスト含有建材の常温分解処理と再利用法の開発と研究（研究代表者：田端正明）」の一環として実施した。実験の実施にあたっては、大幸工業（株）水野克己博士、（株）環境アネトス 庄野章文氏に多大なるご協力をいただいた。

参考文献

- 1) 田端正明・庄野章文・納富啓一：アスベストの常温分解における生成物の同定と分解機構の研究，廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集，Vol.22, pp.239-240, 2011.
- 2) 篠原智志・乾 徹・高井敦史・勝見 武：非飛散性アスベスト含有建材の無害化処理過程で排出される高含水比残渣に対する地盤改良技術の適用性，第 50 回地盤工学研究発表会発表講演集，pp.2401-2402, 2015.
- 3) 建設省 土木研究所：流動化処理土利用技術マニュアル，技報堂出版，pp.42, 1997.
- 4) 梶田和樹・武若耕司・前田 聡・佐藤裕考：シラスの表面水量によるシラスコンクリートの単位水量の現場補正に関する一検討，土木学会西部支部研究発表会，V-016, pp.821-822, 2006.
- 5) 今西達也・東 健二・森 浩二・柏木隆男：細骨材の粒度が充填モルタルの流動性に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.25, No.1, pp.60-61, 2003.

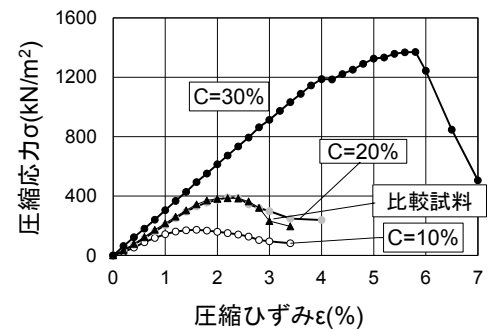


図-2 応力ひずみ曲線 (W=150%)

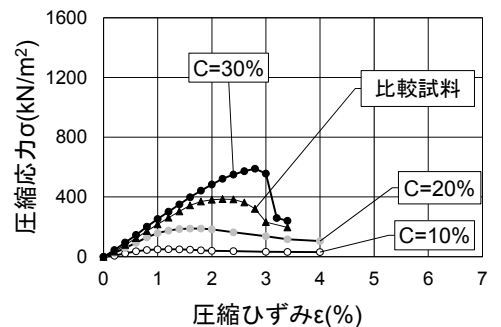


図-3 応力ひずみ曲線 (W=200%)

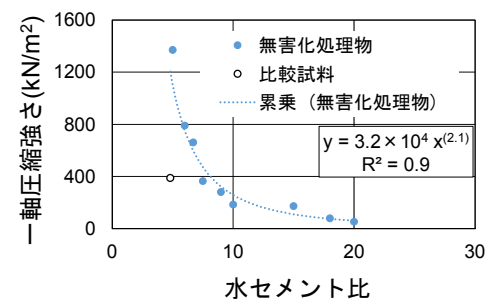


図-4 W/C と一軸圧縮強さの相関