

コンクリート瓦礫の放射性汚染部位の除去に関する研究

国立大学法人熊本大学 学生会員 小山伸康
学生会員 石松宏一
正会員 飯笹真也
正会員 重石光弘

1. はじめに

2011年に発生した東北地方太平洋沖地震によって発生した福島第一原子力発電所事故によって放射性物質が飛散し、様々な場所でコンクリートが放射性物質によって汚染された。また、事故が発生した福島第一原子力発電所の他、耐用年数を迎えつつある原子力発電所が廃止され、大量の放射性廃棄物が発生することが考えられる。原子力施設解体に伴う放射性廃棄物の約7割はコンクリート廃棄物となっており、これらの放射性汚染コンクリートは高額な処理費用と処理施設の不足が問題となっている。その減容化は喫緊の課題となっている。本研究では、その放射性汚染コンクリート廃棄物に着目した。既往研究¹⁾では、セシウムが多孔質なセメント水和物や粘土質に吸着しやすく、高密度な粗骨材に吸着しにくいこと及びコンクリートの構成材料である粗骨材は材料体積の約5割を占めることから、放射性汚染コンクリートに「水中コンクリート内パルス放電法」を用いて粗骨材を分離した。粗骨材のセシウム含有量をXRFによって調べたところ、検出限界以下であったため、放射性汚染コンクリート廃棄物の減容化が示唆された。

2. 水中コンクリート内パルス放電法による素材分離

パルスパワーとはパルス状の電力（パワー）のことであり、通常、時間的空間的に圧縮された電磁エネルギーを瞬間的に放電することで得られる大電力のことを示す。水中コンクリート内パルス放電法は、このパルス放電を図-1のように水中のコンクリートに対して行うことで、コンクリートを破砕する技術である。パルス放電によるコンクリート破砕はコンクリート内の気体の絶縁破壊によるものであり、絶縁破壊を生じた気体のプラズマ化により瞬間的な体積膨張が生じ、コンクリートの破壊が行われる。加えて、この瞬間的な

体積膨張により発生した衝撃波がコンクリート中を伝播し、モルタルの破砕および剥離を誘発する。これにより、粗骨材とモルタルを剥離分別し、素材別に回収することが可能となる²⁾。放射性コンクリート廃棄物において、放射性物質は多孔質なセメント水和物、あるいはモルタル部分に多く吸着し、高密度な粗骨材には吸着しないと考えられている。既往研究により粗骨材中のセシウム含有量はXRF検出限界以下の極めて微量であることがわかっており、放射性汚染コンクリート廃棄物の減容化が示唆されている。そこで本研究では非放射性的の塩化セシウム水溶液に浸漬した擬似放射性汚染コンクリートの破砕を行い粗骨材、残渣、処理液の回収を行った。

3. 実験方法

3.1 供試体概要

表-1の配合によって、寸法10×10×10cmのコンクリート供試体を作成した。表-2に示すように粗骨材は吸水率の異なる斑レイ岩、硬質砂岩、安山岩を使用し、細骨材は川洗砂を使用した。セメントは密度3.16g/cm³の普通ポルトランドセメントを使用した。作成した供試体は20℃の水中で、28日間水中養生した後、乾燥炉で質量一定状態まで乾燥させた。そして、安定同位体のセシウム（¹³³Cs）を用いた0.1M(16835.8ppm)の塩化セシウム水溶液に入れ、真空デ

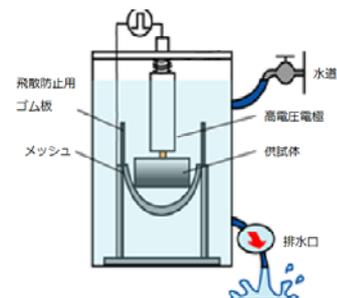


図-1 水中コンクリート内パルス放電法装置

シケーターを使用して、ゲージ圧 -0.09MPa で24時間浸漬し、擬似放射性汚染コンクリート供試体を作製した。作製した供試体は表-3のように供試体名をつけ、破碎を行った。

3.2 本実験

作成した供試体のうち、供試体 A, C, D, F, G, I を水中コンクリート内パルス放電法によって破碎した。破碎条件は表-4に示す。供試体は、まず5mmメッシュ上で目視確認によるモルタル剥離を目指して破碎した。次に5mm以下メッシュを通過したものを2.5mmメッシュ上で破碎した。破碎によって処理液は微粉等によって懸濁しているため、破碎直後の処理液を懸濁液と呼ぶこととする。微粉の沈殿をために1週間放置し、上澄み液と沈殿した残渣に分離した。以上の方法によって粗骨材、2.5mm以上細骨材、残渣、懸濁液、上澄み液を回収した。

4. 回収試料の分析

供試体 B, E, H は $5\times 5\times 1\text{cm}$ の寸法で乾式コンクリートカッターを用いて切り出し、断面をEPMAで分析

によって供試体深さ方向へのセシウム浸透を定性的に調べる。水中コンクリート内パルス放電法によって破碎し回収した素材のうち粗骨材、2.5mm以上細骨材、残渣はXRD分析によって、懸濁液及び上澄み液はICP分析によってそれぞれセシウム含有量を計測し破碎実験前後でのセシウムの収支を調べる。

結果及び結論については講演にて報告する。

5. 参考文献

- 1) 戸越誠也, 石松宏一, 飯笹真也, 重石光弘: 「放射性物質に汚染されたコンクリート塊の減容化に関する研究」, 平成24年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, (2013), V17
- 2) 飯笹真也, 重石光弘, 石松宏一, 浪平隆男: 「モルタル部の性質がパルス放電法によるコンクリートの破碎過程に及ぼす影響」, コンクリート工学年次論文集, vol.32, No.1, pp1559-1564, 2010

付記

本研究はJSPS 科研費 21510099, 24310058 の助成研究の一貫として行われた。

表-1 コンクリート配合表

使用した粗骨材	粗骨材の最大寸法 (mm)	空気量 (%)	水セメント比	細骨材率	単体量 (kg/m^3)			
			W/C (%)	s/a (%)	水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
斑レイ岩	20	4.2	55	44	168	318	786	1168
硬質砂岩	20	4.2	55	44	168	318	786	1042
安山岩	20	4.2	55	44	168	318	786	1022

表-2 使用骨材の絶乾密度, 吸水率

骨材	絶乾密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)
斑レイ岩	2.99	0.63
硬質砂岩	2.73	0.47
安山岩	2.65	1.08
川洗砂	2.62	1.80

表-3 供試体名

供試体名	粗骨材	CsCl溶液浸漬	破碎・分析
A	安山岩	浸漬	破碎とXRD
B			EPMAとXRD
C		非浸漬	破碎とXRD
D	硬質砂岩	浸漬	破碎とXRD
E			EPMAとXRD
F		非浸漬	破碎とXRD
G	斑レイ岩	浸漬	破碎とXRD
H			EPMAとXRD
I		非浸漬	破碎とXRD

表-4 破碎条件

供試体名	粗骨材	5mmメッシュ			2.5mmメッシュ			総放電エネルギー量(kJ)
		放電条件(kV)	放電回数	放電エネルギー量(kJ)	放電条件(kV)	放電回数	放電エネルギー量(kV)	
A	安山岩	30	150	540	30	100	360	900
C		30	440	1584	30	100	360	1944
D	硬質砂岩	30	150	540	30	130	468	1008
F		30	150	540	30	100	360	900
G	斑レイ岩	30	280	1008	30	100	360	1368
I		30	350	1260	30	130	468	1728