

論文 放射能汚染灰及び電解水素水を用いたモルタル供試体の放射線量変化に関する基礎的研究

木村 健一^{*1}・鈴木 裕介^{*2}・藤倉 裕介^{*3}・荒木 慶一^{*4}

要旨：本研究では、放射能汚染物の有効利用やその焼却汚染灰の処理技術開発に向けた基礎的研究として、質量比約 20%の汚染灰（放射能濃度 375Bq/g）を含み、かつ、練混ぜ水に放射能の低減効果が期待される電解水素水を置換したモルタル供試体の試作を行った。試作した供試体からの放射線を計測した結果、練混ぜ水に電解水素水を使用することで、線量率が最大で約 10%低下した。また、各モルタル供試体から放出される放射線の経時変化を検討した結果、練混ぜ水の違いに関わらず供試体表面で測定された線量率は低減しており、モルタルの硬化過程でセメント水和反応が放射線の遮蔽に寄与していることが推察された。

キーワード：放射能汚染物、放射線、汚染灰、電解水素水、経時変化

1. はじめに

2011 年 3 月の東北太平洋沖地震に伴って発生した東京電力福島第一原子力発電所事故（以下、原発事故）によって、福島県はじめ東日本各地に大量の放射性物質（主に放射性セシウム）が飛散した。これに伴い発生した放射能汚染物の処理が、現在、大きな課題となっている。

この課題に対する対策として、放射性物質の吸着剤（ゼオライトなど）を用いた汚染物の減容化（汚染された物質のみを取出し体積を減らす）技術の開発が、精力的に行われている¹⁾。他にも、放射能汚染廃棄物を焼却処分することで放射性物質を飛灰中に濃縮させる減容技術の開発が行われている。しかし、減容化によって高濃度の放射能汚染物が相当量発生するため、高濃度汚染物の処理技術の開発が強く求められている^{2),3)}。

一方、福島県内における除染を進める上で、特殊機能水である交流電磁場電解水素水（以下、電解水素水）が注目されている。電解水素水はその製造過程で生成する水素ラジカルが活性酸素を消去することにより医学的に有効であるとの報告⁴⁾はあるが、放射線に対する検討を行った研究報告は見当たらない。

本研究では、放射能汚染物の一つである汚染焼却灰（以下、汚染灰）を質量比約 20%含み、かつ、練混ぜ水

に電解水素水と通常の水道水を用いたセメントモルタル（以下、モルタル）供試体を試作し、各供試体から放出される放射線量を計測する。計測結果の比較を通じて、電解水素水を用いたことによる放射線に対する効果を検討するとともに、モルタル供試体から発生する放射線量の打設後からの経時変化についても検討を行う。すなわち、電解水素水が放射線発生過程に影響を及ぼすことなどにより線量率が減少するといった推論のもと、汚染焼却飛灰の中間処理のための固化や汚染された土砂などをコンクリート材料として有効活用するための基礎資料を提供することを目的としている。

2. 実験概要

2.1 使用材料

表－1 内（二重線から左側）に本実験における使用材料を示す。モルタル供試体の作製にあたり、練混ぜ水には電解水素水⁴⁾または比較用として水道水を、結合材には普通ポルトランドセメント及び汚染灰または比較用として JIS A 6201 に規定されるフライアッシュⅡ種⁵⁾（以下、JIS 灰）、並びに、細骨材には山形珪砂 5 号を使用し、練混ぜ水及び灰の種類を実験因子として Type A～D の計

表－1 使用材料、供試体諸元及び名称

モルタル 種類	使用材料			供試体の種類及び名称		
	練混ぜ水	結合材		放射線測定用		圧縮試験用
		セメント	灰	角柱	平板	
Type A	電解水素水	普通 ポルトランド セメント	汚染灰	角柱 A	平板 A	圧縮 A
Type B	水道水		JIS 灰	角柱 B	平板 B	圧縮 B
Type C	電解水素水			角柱 C	—	圧縮 C
Type D	水道水			角柱 D	—	圧縮 D

*1 株式会社フジタ技術センター 主席研究員 博士（工学）（正会員）

*2 京都大学大学院工学研究科建築学専攻 研究員 博士（工学）（正会員）

*3 株式会社フジタ技術センター 主任研究員 博士（工学）（正会員）

*4 京都大学大学院工学研究科建築学専攻 准教授 博士（工学）（正会員）

4種類のモルタルを作製した。なお、使用した汚染灰は、福島市内暖房用薪ストーブの焼却灰を採取したものであり、採取後、汚染灰における単位質量当りの放射能濃度が可能な限り一樣になるよう攪拌した。攪拌後の汚染灰から25g程度ずつ3サンプルを採取し、ゲルマニウム検出器を用いてそれらの放射能濃度を測定した。その結果、放射性セシウムの放射能濃度は $375.1 \pm 4.4 \text{ Bq/g}$ (^{134}Cs : $127.6 \pm 2.4 \text{ Bq/g}$, ^{137}Cs : $247.5 \pm 2.0 \text{ Bq/kg}$) あった。

2.2 モルタルの調合及び作製

表－2 に汚染灰を使用して作製したモルタル (Type A 及び B) の、表－3 に比較用として JIS 灰を用いて作製したモルタル (Type C 及び D) の調合表を示す。モルタルの調合について、いずれも (セメント : 細骨材) = 1 : 2 モルタルとし、汚染灰 (または JIS 灰) の混入量をセメントと同質量比とし、練上がり後のモルタル中の汚染灰の質量比を 20%程度になるよう計画した。練混ぜに関して、パン型のモルタルミキサー (容量 20L) を用いて、まず、セメント、汚染灰 (または JIS 灰) 及び細骨材を約 20 秒間空練りし、その後、練混ぜ水を加え、90~120 秒間練混ぜた。汚染灰を用いたモルタルにおける練混ぜ水の量として、当初、JIS 灰を用いたモルタルと同量とする予定で計画したが、実際に練り混ぜた際、流動性が極めて低く打設が困難であった。そのため、練混ぜ水を適宜追加し、打設可能な流動性を確保した。なお、いずれのモルタルについても混和剤は使用せずに作製した。

2.3 供試体の作製及び概要

表－1 内 (二重線から右側) にそれぞれのモルタル

(Type A~D) を用いて作製した供試体諸元を示す。供試体の種類は計 3 種類とし、圧縮強度試験用の $\phi 50 \times 100 \text{ mm}$ テストピースを Type A~D について各 6 体ずつ、及び、モルタルから放出される放射線量測定用の供試体である、角柱 (寸法 $100 \times 100 \times 20 \text{ mm}$, 容量 200mL) を各 1 体ずつ、並びに、平板 (寸法 $200 \times 200 \times 50 \text{ mm}$, 容量 2000mL) を Type A, B のみについて各 1 体ずつ作製した。

圧縮強度試験用供試体は軽量サミット缶に、角柱はプラスチック製の容器に、平板は木製の型枠にそれぞれ詰め、打設不良が生じないように型枠の底面を軽くたたき振動を与え、小手で打設面を平滑に均し成型した。打設後、水分の蒸発を防ぐために打設面をラッピングして実験室内で封緘養生を行った。圧縮強度試験用供試体を用いて、フレッシュ時及び材齢 7 日時における密度を計測した。

表－4 に密度の測定結果を示す。表中の密度は、圧縮強度用供試体 6 体の平均値である。

2.4 実験方法

(1) 圧縮強度試験方法

汚染灰及び電解水素水を使用したモルタルの力学的基礎物性を確認するため、JIS A 1108 に準拠し、材齢 7 日時における各モルタルの圧縮強度試験を行った。

(2) 放射線測定方法

写真－1 に角柱供試体から放出される放射線の測定状況を示す。本測定は、写真内に示すように、木製試験台 (地面から 350mm 程度) の上にコンクリート試験台を置き、その上に角柱供試体を静置することで、測定面に照射される BG 放射線量ができる限り小さくなるよう配

表－2 汚染灰を使用したセメントモルタル A, B の調合表

	水道水または 電解水素水	セメント	汚染灰	細骨材	水結合材比 (%)
密度 (g/cm^3)	1.00	3.15	—	2.63	50.8
質量比 (%)	20.2	19.9	19.9	39.9	
単位量 (kg/m^3)	400	394	394	789	

表－3 JIS 灰を使用したセメントモルタル C, D の調合表

	水道水または 電解水素水	セメント	JIS 灰	細骨材	水結合材比 (%)
密度 (g/cm^3)	1.00	3.15	2.25	2.63	36.6
質量比 (%)	15.5	21.1	21.1	42.3	
単位量 (kg/m^3)	325	444	444	888	

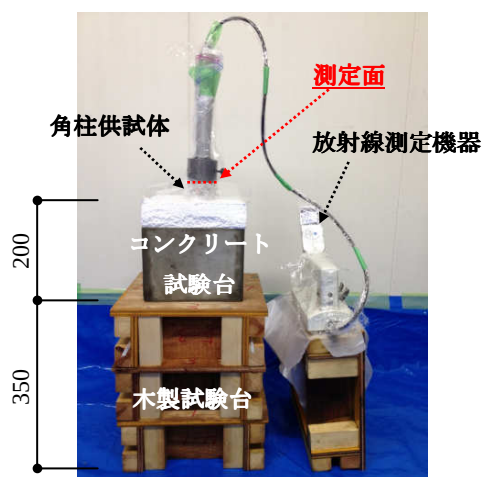
表－4 各セメントモルタルの密度 ($\phi 50 \times 100 \text{ mm}$ テストピース)

材齢	密度 (g/cm^3)			
	Type A	Type B	Type C	Type D
フレッシュ時	2.01 (0.01)	2.03 (0.01)	2.10 (0.02)	2.10 (0.01)
7 日	1.99 (0.01)	2.01 (0.01)	2.07 (0.02)	2.07 (0.00)

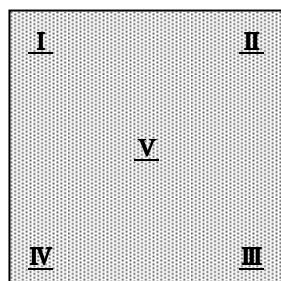
※ () 内は、標準偏差

慮した。さらに、検出器（NaI シンチレーションサーベイメーター：富士通 NHC7）にドーナツ状のコリメーター（1cm 厚の鉛製）を配置し、試料面に検出器を直付けにして環境からの影響を極力排除した。また、角柱供試体を置いていない状態での放射線量を事前に測定し、それを BG 値として記録した。図－1 に平板供試体の測定点を示す。平板供試体の放射線の測定は、平板を写真－1 中の木製試験台の上に静置し、図に示す測定点 I ～ V（モルタル打設面）それぞれについて行った。

表－5 にそれぞれの供試体の測定条件を示す。測定条件として、測定時期は材齢 1 日及び 7 日の 2 パターンとした。測定時間はすべての測定点とも 1 回 1 分間とし、その間における放射線量の積算値を記録した。測定時期及び測定時間については、いずれの供試体も共通である。測定回数は、測定結果のばらつき程度により角柱供試体では計 10 回、平板供試体では 3 回又は 5 回とした。測定点に関しては、角柱供試体がモルタル打設面の 1 面のみであり、平板供試体が前述の 5 点（図－1 中の I ～ V）



写真－1 モルタル供試体からのγ線測定状況



図－1 平板供試体の測定点

である。また、材齢 7 日時の平板供試体に限り、打設面 5 点に加え、打設時の底面（型枠面）における同 5 点についても測定し、コンクリート中の汚染灰のバラツキを確認すると共に、養生中におけるモルタル内の放射性セシウム沈降発生の有無を検討した。

3. 実験結果

3.1 圧縮強度試験結果

表－6 に材齢 7 日時における圧縮強度試験結果を示す。圧縮試験の供試体数は、試作した計 6 体中の 3 体とし、残り 3 体は材齢 28 日時に強度試験を行う予定である。

使用した 2 つの灰による圧縮強度の差は、JIS 灰を使用した供試体が汚染灰を使用した供試体を上回っていた。これは、水結合材比の差によるものと考えられる。また練混ぜ水が異なることによる差については、平均値としては電解水を使ったものが水道水を使った場合より圧縮強度は大きい傾向が認められた。この結果は電解水がセメント水和反応を促進させるなどの効果とも考えられるが、JIS 灰使用時の結果（圧縮 C 及び D の各平均値の差が 0.83 と、圧縮 D の標準偏差 1.09 を下回っている）だけでは十分ではなく、実験個体数の増加、長期材齢時の差、及び、別調合などの検討を加える必要がある。

3.2 放射線測定結果

(1) 練混ぜ水の違いによる検討

表－7 に材齢 1 日及び 7 日時における角柱供試体の、表－8 に平板供試体の放射線量率を示す。なお、材齢 1 日時における実験室の BG 値は、1.36nSv/min.及び材齢 7 日時が 1.23nSv/min.であり、1 時間当りの空間線量率に換算するとそれぞれ 0.08 及び 0.07μSv/h と、実験場付近の空間放射線量率に比べ非常に小さく抑えられた。

表－7 から、JIS 灰を用いた角柱供試体である角柱 C

表－6 圧縮強度試験結果

種類	圧縮強度 (MPa)					結合水による比較
	①	②	③	平均値	標準偏差	
A	8.94	9.22	10.29	9.48	0.71	A / B = 1.24
B	7.69	8.12	7.13	7.65	0.50	
C	15.00	14.49	13.50	14.33	0.76	C / D = 1.06
D	14.08	12.25	14.18	13.50	1.09	

表－5 各供試体の放射線測定条件

種類	測定時期	測定時間	測定回数	測定箇所
角柱供試体	材齢 1 日及び 7 日	1 回 1 分間	10 回	モルタル打設面の 1 面
平板供試体			材齢 1 日：3 回 材齢 7 日：5 回	図－1 に示す測定点 I ～ V

及びDの放射線量は、BG値（1.36及び1.23nSv/min.）とほぼ同等であるため、それらの供試体からは放射線がほとんど放出されていないことが確認された。汚染灰を用いた角柱供試体である角柱Aと角柱Bを比較すると、材齢1日では角柱Aが33.16nSv/min.であるのに対し角柱Bは36.36nSv/min.、材齢7日では角柱Aが30.76nSv/min.であるのに対し角柱Bが33.90 nSv/min.と、練混ぜ水に電解水素水を置換したことで、いずれの材齢でも放射線が9%程度低減した。この低減率は、角柱A及びBそれぞれの平均値の差3.20（材齢1日）、3.14（7日）と、それぞれの標準偏差0.34（1日）、0.41（7日）との比較から放射線の測定上の誤差の範囲を超えていると考えられる。

表－8 から、材齢1日における平板供試体の放射線量

を比較すると、角柱供試体の結果と同様に、練混ぜ水に電解水素水を置換した平板Aが、平板Bの放射線量をすべての測定点で下回り、その低減率は1.19～8.38%であった。加えて、平板A及びBのそれぞれの測定点における平均値の差が0.70～5.32であるのに対し標準偏差は0.15～0.54であった。並びに、材齢7日時における測定値においても、測定点（I～V）及び測定面（表または裏）に関わらず同じ傾向である。よって、平板供試体においても電解水素水の使用による優位な差がでたと考えられる。

一方、平板供試体の4隅といった、測定のジオメトリがほぼ同じである測定点I～IV（測定点Vは平板中央のため測定のジオメトリが異なる）の放射線量を比較すると、材齢1日時の平板Aにおいて56.18～58.50 nSv/min.

表－7 角柱供試体の放射線量率（nSv/min.）

測定回数		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	平均値	標準偏差
材齢 1日	A	33.10	32.72	33.25	32.88	32.98	33.30	32.88	33.01	33.77	33.66	33.16	0.34
	B	36.80	36.78	36.28	36.01	36.24	35.87	36.19	36.46	36.83	36.18	36.36	0.34
	C	1.29	1.29	1.39	1.45	1.31	1.35	1.36	1.34	1.27	1.39	1.34	0.06
	D	1.41	1.36	1.28	1.24	1.32	1.31	1.20	1.43	1.43	1.39	1.34	0.08
材齢 7日	A	30.09	30.16	31.00	30.60	30.54	31.13	31.01	31.36	30.75	30.96	30.76	0.41
	B	33.33	33.94	33.70	34.26	34.27	33.81	34.12	33.94	33.55	34.06	33.90	0.31
	C	1.36	1.28	1.29	1.26	1.21	1.35	1.29	1.37	1.38	1.33	1.31	0.05
	D	1.35	1.31	1.28	1.31	1.35	1.26	1.21	1.38	1.31	1.25	1.30	0.05

表－8 平板供試体の放射線量率（nSv/min.）

材齢		1日					7日						
測定回数		①	②	③	平均値	標準偏差	①	②	③	④	⑤	平均値	標準偏差
Type A 表面	I	58.07	58.12	58.35	58.18	0.15	53.09	52.90	52.55	52.35	52.68	52.71	0.29
	II	57.46	57.93	57.43	57.61	0.28	50.05	50.14	50.02	49.89	49.74	49.97	0.16
	III	56.74	56.89	56.30	56.64	0.31	51.10	51.24	50.70	51.09	51.48	51.12	0.28
	IV	58.76	58.46	58.27	58.50	0.25	52.11	52.63	52.10	51.70	53.14	52.34	0.56
	V	70.76	70.03	70.32	70.37	0.37	67.46	68.51	67.80	68.23	67.81	67.96	0.41
Type A 裏面	I						50.34	51.30	50.40	51.30	50.33	50.73	0.52
	II						51.69	51.16	51.49	50.99	51.29	51.32	0.27
	III						50.25	50.20	50.36	49.74	50.32	50.17	0.25
	IV						49.61	50.44	50.46	50.03	50.51	50.21	0.39
	V						67.42	67.87	66.79	67.99	67.82	67.58	0.49
Type B 表面	I	63.11	64.11	63.28	63.50	0.54	56.87	57.34	56.87	56.36	57.75	57.04	0.53
	II	58.74	58.93	59.31	58.99	0.29	55.28	55.04	54.80	54.92	54.59	54.93	0.26
	III	59.58	60.13	60.59	60.10	0.51	52.39	52.34	53.09	52.64	52.44	52.58	0.31
	IV	59.48	58.98	59.15	59.20	0.25	53.38	53.68	53.43	53.77	53.79	53.61	0.19
	V	72.36	73.05	72.73	72.71	0.35	69.84	68.23	69.09	68.81	68.68	68.93	0.60
Type B 裏面	I						56.32	56.22	57.13	56.96	57.34	56.79	0.50
	II						54.21	54.28	54.15	54.15	54.93	54.34	0.33
	III						53.78	53.18	53.76	53.76	53.76	53.65	0.26
	IV						53.24	53.05	53.38	53.44	53.01	53.22	0.19
	V						71.33	72.15	71.79	70.76	72.15	71.64	0.59

と大差は見られなかった。これにより、モルタル練混ぜ時や打設時における放射性セシウムの分布に偏りは小さく、ほぼ均一に分散されたことが確認された。また、供試体の材齢及び練混ぜ水の違いに関わらず、材齢7日時の平板A及び両材齢時の平板Bにおいても、放射性セシウムの分布がほぼ均一であることが確認された。

また、材齢7日時の平板A及びBの各測定点における表（モルタル打設面）と裏（打設時における型枠面）の放射線量を比較すると、表裏いずれかの値が統一的に高いといった結果は見られず、それぞれの差は放射線の測定における誤差範囲程度と判断される。そのため、養生期間中におけるモルタル内での放射性セシウムの沈降などは発生しなかったと考えられる。

以上の結果をまとめると、供試体の形状や各測定箇所及び材齢に関わらず、練混ぜ水を電解水素水に置換することで、汚染灰を混入したモルタルから放出される放射線量の低下が見られた。これは放射線の発生過程に電解水素水が影響を及ぼし測定時の放射線の線量率が減少するといった推論が考えられる。しかし、その低減率は1.19~10.67%と幅広い。そのため、今後、実験個体数の増加、モルタルに対する汚染灰の混入量及び汚染灰の放射能濃度や量に対する電解水素水の量などといった、更なる検討を積み重ね、より明確な効果を示す必要がある。

(2) 放射線量率の経時変化の検討

図-2 に角柱供試体の、図-3 に平板供試体の材齢7日までににおける放射線量経時変化を示す。なお、図-2 中には、材齢1日及び7日時ににおけるBG値を併記する。また、図-3 中の平板供試体の値については、測定のジオメトリが同等である4隅の測定結果（表-8 中の測定点I~IVにおける表面の値）すべてを平均した値と平板中央部（測定点V）の値を分けて示している。

図-2 から、材齢1日時ににおける角柱A及びBそれぞれの放射線量値33.16、36.36nSv/min.が、材齢7日時には

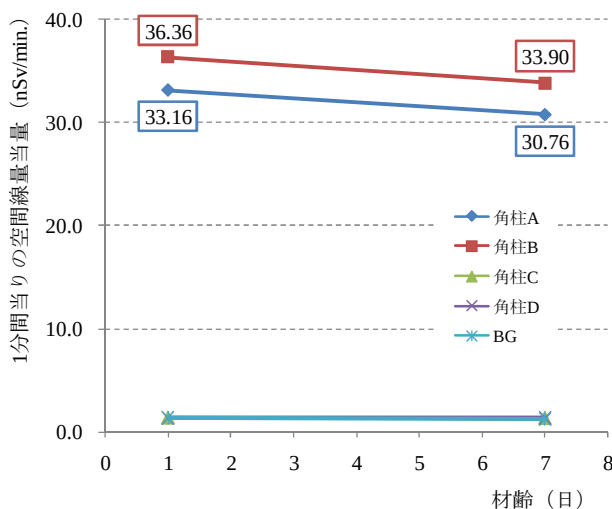


図-2 角柱供試体の放射線量経時変化

30.76、33.90nSv/min.になり、約7%の放射線量の低下が見られた。同様に図-3の結果から、平板供試体についても材齢1日から7日までに放射線量が低下した。具体的結果を記すと、練混ぜ水に電解水素水を用いた平板Aにおいては、4隅の値が57.73から51.54nSv/min.に、中央部の値が70.37から67.96nSv/min.になり、それぞれ10.7及び3.4%の低下が見られた。練混ぜ水に水道水を用いた平板Bにおいても同様に、4隅の値で9.8%、中央部の値で5.2%の低下が見られた。また、練混ぜ水が異なることによる経時変化の明確な差は見られなかった。

以上に記した、汚染灰を用いたモルタルの放射線量の経時変化については、図-4に示すようなモルタル硬化の際のセメント水和反応⁹⁾が関係するという一つの仮説が考えられる。そのメカニズムとして、図-5に汚染灰を用いたモルタルのセメント水和反応モデル概略図を示す。図に示すように、まず、モルタル練混ぜ時において汚染灰中の放射性セシウムが練混ぜ水中に溶出する（図-5-a）。その後、放射性セシウムを含んだ水とセメントによって水和生成物層が形成される。その結果、図中の外部水和生成物層によって反応層中の放射性セシウムから発する放射線が影響され（図-5-b）、モルタルの放射線量の経時変化(低下)が生じたものというものである。

さらに、モルタルの圧縮強度の増加に伴って硬化体組織中の空隙や水隙の減少による緻密化により遮蔽効果が増加しているといったことも考えられる。

これらの仮説については、モルタル供試体の養生条件などに従って形成される（外部）水和生成物層の厚さや密度を算出など実験的な検証や、構成材料の物理値や実験データによる実態に即したモデル化による放射線の遮蔽解析の実施などを通じて、その検証を行う必要がある。

4. まとめ

本研究では、質量比約20%の汚染灰を含み、かつ、練

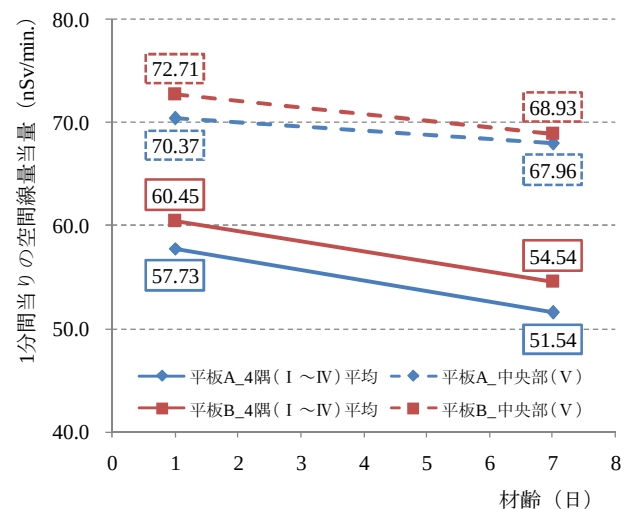
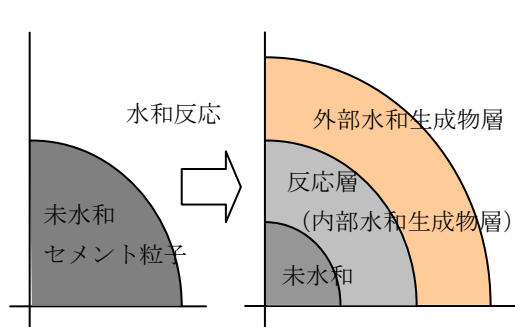
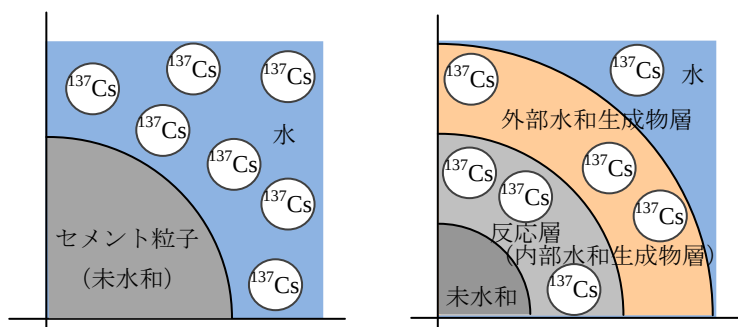


図-3 平板供試体の放射線量経時変化



(a) モルタル練混ぜ時（水和反応開始前）



(b) セメント水和反応中

図-4 セメント粒子の水和反応モデル概略図

図-5 汚染灰を用いたモルタルのセメント水和反応モデル概略図

混ぜ水に電解水素水を置換したモルタル供試体から発生する放射線を測定し、電解水素水による放射線低減効果とモルタル供試体の放射線経時変化を調べた実験結果を報告した。以下に、本研究で得られた知見を記す。

- (1) JIS 灰を用いた供試体の圧縮強度において、圧縮 C 及び D の各平均値の差が 0.83MPa であったことに対し、圧縮 D の標準偏差が 1.09MPa であったため、材齢 7 日時における結果のみでは練混ぜ水の違いによる明確な差は確認されなかった。
- (2) 角柱供試体 A 及び B の放射線量率の測定結果を比較すると、それぞれの供試体の平均値の差が 3.20 nSv/min. (材齢 1 日) 及び 3.14nSv/min. (7 日) であることに対し、標準偏差が 0.34 nSv/min. 及び 0.41 nSv/min. であった。以上の結果は、角柱 A 及び B の差が放射線の測定上における誤差ではなく、練混ぜ水に電解水素水を利用したことによる有意な効果が表れたものと評価できる。
- (3) 平板供試体 A 及び B の放射線測定結果を比較すると、放射線の測定点、測定面及び材齢に関わらず、すべての結果において、各平均値の差 (0.70~6.06 nSv/min.) が標準偏差 (0.15~0.60 nSv/min.) を上回った。これより、電解水素水の利用による放射線低減に関して有意な差が確認された。
- (4) 各材齢時における放射線の比較から、練混ぜ水の違い、供試体の形状及び測定点に関わらず、計測された放射線量率の経時による低減が確認された。

今回の線量率測定によって放射線が低減したという 2 つの結果に対して、電解水素水が放射線発生過程に何らかの影響を及ぼしたことにより線量率が減少したとの推論やモルタルの硬化過程でセメント水和反応が放射線の遮蔽に寄与しているとの仮説を提示したが、いずれも第一段階のものである。今後は実験個体数の増加やモルタルに対する汚染灰の混入量及び汚染灰の放射能濃度や量に対する電解水素水の量などといったモルタルの調合による実験因子を増加させて検討を重ねる必要がある。ま

た、実態に即含んだモルタルの線量率の経時変化とセメント水和反応の関係についてもより明確な検討を加える必要がある。さらに、コンクリート（モルタル）として長期間使用した場合の耐久性や放射性セシウムの流出に対する安全性の担保なども今後の課題として挙げられる。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究 (B) (課題番号 24360226) の下で実施した。並びに、本実験を遂行するにあたり、ミカサ商事株式会社代表取締役 中村公三郎氏、株式会社ミカサ環境開発代表取締役 宮本祥一氏、専務取締役 山内康弘氏には、多大なるご協力及びご助言を賜りました。ここに記し謝意を表します。

参考文献

- 1) 環境放射能除染学会：第 1 回環境放射能除染研究発表会要旨集，2012.5
- 2) 鈴木 裕介，木村 健一，李 有震，Sanjay PAREEK，荒木 慶一，藤倉 裕介：超重量コンクリートを用いた放射能による汚染物格納容器，日本建築学会大会学術講演梗概集，A-1，材料施工，pp.309-310，2012.9
- 3) 木村 健一，鈴木 裕介，藤倉 裕介，久保田 洋，Sanjay PAREEK，李 有震，荒木 慶一：汚染及び設置状況に応じた遮蔽コンクリート最適設計システムの開発，第 2 回コンクリート技術大会（仙台）後援会発表論文集，pp.133-140，2012.11
- 4) 功刀彰：健康と水—交流電解水素水の特性と機能の解明—，TMS 研究，2010 巻 1 号，2010
- 5) 斎藤 雄仁，Sanjay PAREEK：CO₂削減を目的としたインド及び日本産フライアッシュを用いた無焼成レンガの圧縮強さに及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.1，2012.7
- 6) 藤倉 裕介，大下 英吉：相組成と構成相の粒度変化に着目したセメント硬化体の空隙構造モデル，土木学会論文集 E，Vol.66，No.1，pp.38-52，2012.