

IV-20 Y線による風化セメントの水分測定

大阪工業大学 正員 佐木龍夫 児玉武三 鶴飼光夫

1. まえがき

セメントは製造後現場で使用するまでの間に空気中の水分及び炭酸ガスを吸収して風化し、その品質は低下する。品質低下の主因をなす吸収水分の量をY線の透過量から調べたものが本実験である。Y線を風化セメント中の水分の測定に用いるのは次の原理に基づいている。Y線は物質層を通過するとき次の3種類の現象により吸収を受ける。即ち(1)光電効果 (2)コンプトン散乱 (3)電子対創生である。しかし1.3 MeVのγよりのY線は上記3現象の中、主にコンプトン散乱によって吸収される。従って水分を含んだセメントの厚さdの平板に密度 N_0 なるY線平行線束が入射して散乱を受けNだけが通過すれば(1)式が成立する。 $N = N_0 e^{-n A d}$ (1) 今散乱の有効断面積の総和の相加性を考慮すれば

$n A = n_1 A_1 + n_2 A_2$ (2) A_1, A_2 はそれぞれ水以外のセメント構成物質及び水の散乱有効断面積、 n_1, n_2 はそれぞれセメント中の水以外のセメント構成物質及び水による散乱中心の密度である。故に $N = N_0 e^{-(n_1 A_1 + n_2 A_2) d} = N_0 e^{-n_1 A_1 d} e^{-n_2 A_2 d} = N_0 e^{-\mu_2 A_2 d}$ (3)

但し $N_0 = N_0 e^{-n_1 A_1 d}$ 式中 N_0 は無風化セメント試料を透過したY線量、又 $n_2 A_2 d = \mu_2 t$ (4)

(4)式は試料セメント中に一様に分布した水(散乱中心密度 n_2)によるY線の散乱はそれと等量であって、厚さ t なる水(散乱中心密度 n_2)だけの層による散乱と等価であることを示す。水の線吸収係数 $\mu = n_2 A_2$ でおきかえると $N = N_0 e^{-\mu t}$ (5) 試料平板の面積をS、吸収水分量をWとすると $t = \frac{W}{S}$ であるから $N = N_0 e^{-\mu \frac{W}{S}}$ (6) 故に $\log_e N = \log_e N_0 - \frac{\mu}{S} W$ (7)

(7)式より 無風化セメント試料を透過するY線ビームのカウント数 N_0 及び風化セメント試料を透過するカウント数Nとを知れば水分即ちWを求めることができる。以上の実験には次の2つの仮定を設けた。(1)セメントに吸収された水分の密度はセメント全体にわたって均一である。(2)無風化セメント中には水分は0である。

2. 実験概要

1) 使用材料 本実験に使用したセメントは高炉セメント、2種高炉セメント、普通ポルトランドセメントの三種類で、その物理的性質は表-1の通りである。

表-1

種別	比重	粉末度 (細み法)	安定性 (煮沸法)	凝 結			70-値 (mm)	曲げ強さ(Kg/cm ²)						圧縮強さ(Kg/cm ²)	
				注水量 (%)	稀 率 (%)	終 凝 (分)		3日	7日	28日	3日	7日	28日	3日	7日
高炉セメント	3.03	0.6%	良	27.9	3.63	6.67	226	249	372	705	84.3	148.0	385.0		
2種高炉セメント	2.96	0.56%	良	28.0	3.67	6.91	229	225	385	71.1	78.0	140.0	256.0		
普通ポルトランドセメント	3.13	1.2%	良	30.0	3.01	5.06	215	335	48.9	75.9	117.1	205.6	404.5		

2) 試料の貯蔵及びその採取方法 各セメント25Kgをビニールを敷いた長さ86.5cm巾50cm、深さ55cmの本箱3個づつに厚さ3cm程度にひろげ、部分的風化を避けるために毎日攪拌を行い更に2日毎に0.15mmのフルイを通し完全攪拌を行い風化の均等をはかった。風化されたセメントを日数に応じ各試料箱より4分法によって2.5Kgを採取し0.15mmのフルイを通し内約60gをY線の測定に、他はJISに規定された物理試験に使用した。

セメント貯蔵室の温湿度は図-1に示す。セメント試料に γ 線を照射する時一定の形状、厚さに成形するために図-2に示すようなセルを使用した。

3 γ 線測定装置と測定項目方法

1) 測定装置 測定装置は図-3に示す通りで3個の鉛製コリメーターはいずれも厚さ10cmで中央に直径1cmの円筒形の孔を有する。又Back groundを軽減しかつ散乱され2次 γ 線の影響を避けるためGM管は厚さ2.5cmの鉛容器に納め正面に直径2cmの窓を設けた。用いた γ 線源は ^{60}Co 10mm Curieである。GM管は東芝製GM-GIで計数装置はEIT3本を用いた十進計数回路からなるものでブロックダイアグラムは図-4に示す。

タイマーとしてストップウォッチを用いた。

2) 測定項目、方法 2次電源を入れて30分程経過し回路が安定してからセルにセメントを厚さ2cmに填充し γ 線を照射し透過量を計測した。計数時間は一試料について10分間とし3回の平均から1分間の計数値を算出した。自然計数値の測定は一試料測定後直ちに2分間行って求めた。放射線強度には必然的に統計学的動揺が附随するため、自然計数の補正、標準偏差の補正、並に ^{60}Co の半減期を5.3年として減衰率の補正を行った。尚強度との関係を見るため、風化期間の異った6種のもの、の枚令3日、7日、28日における強度試験をJIS R 5201に基いて試験した。

4 試験結果 試験の結果は図5~9に示す通りである。この試験の範囲内で云えることは(1) 図-6からセメントの風化が進むに従い γ 線透過量は減少する。これは風化の初期において著しいが3~4週以後ではほぼ一定となった。(2) γ 線透過量の減少は吸収水分の増加を意味し、その割合は図-7のようになった。(3) 図-6における2種高炉が高炉に比して透過量の少ないのはスラグの含有量の相違から来るものでないかと考える。(4) 放射線強度には必然的に統計学的動揺が附随しているから、測定に当ては表2~4から測定時間が長い程、試料の厚さが薄い程、また入射放射線数が多い程測定精度が高くなると云える。従ってこの種の実験では、試料の厚さ2cm程度、測定時間は15分以上、 ^{60}Co の線源は10mm Curie以上とすればかなり相対偏差を小さくできる、と考えられる。図-8からセメントの吸水率と圧縮強度減少率とはほぼ正比例する。(6) 又図-9のグラフを描けばセメント強度の概略が推定される。最後に本実験に協力された中井、小金丸両君に謝意を表する。

