

中性子線測定装置による RI カウントと鋼板型枠中の被検体種類および空隙厚さの関係

竹中工務店技術研究所 正会員 ○三井 健郎
 竹中工務店技術研究所 正会員 瀬古 繁喜
 関西電力 非会員 池内 俊之

竹中工務店 非会員 徳永 将司
 竹中土木 正会員 安藤 慎一郎
 竹中土木 正会員 角 拓郎

1. はじめに

筆者らは、鋼板を透過する中性子線に着目し、コンクリート打設中に鋼製型枠の外側からコンクリートの充填状況を確認する方法を検討している。本報告では、散乱型ラジオアイソトープ水分計(以下、測定装置という)を用い、異なる測定対象(以下、被検体という)において鋼板内側の空隙厚さが RI カウントに及ぼす影響を実験的に検討した結果を述べる。

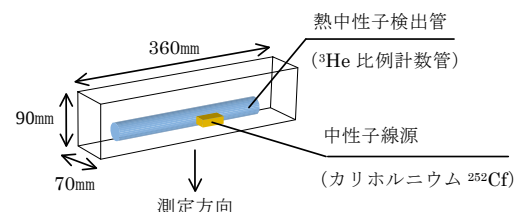


図-1 測定装置の概要

2. 測定装置の概要

測定装置は散乱型ラジオアイソトープ水分計であり、図-1 に示すように、速中性子を放出する線源(カリホルニウム ^{252}Cf 、線源強度 0.60MBq)は装置中央に配置し、その横に熱中性子検出管(^3He 比例計数管: 直径 1inch×長さ 10inch)を並列配置している。測定装置は、線源から放出された速中性子が被検体中の主に水素原子によって減速されて熱中性子となり戻ってくる数(以下、RI カウントという)を測定するものである。

3. 実験概要

3. 1 実験因子と水準

実験因子と水準を表-1 に示す。実験は全ての組合せで実施した。

表-1 実験因子と水準

実験因子	水準
被検体種類	水, セメントペースト, モルタル, コンクリート
空隙厚さ	0mm(空隙無し), 5mm, 10mm, 20mm, 40mm

表-2 コンクリート等の材料

種類	性質
セメント	普通ポルトランドセメント, 密度 $3.16\text{g}/\text{cm}^3$
細骨材	茨城県神栖市産陸砂, 密度 $2.58\text{g}/\text{cm}^3$, 吸水率 1.93%
粗骨材	栃木市産石灰砕石, 密度 $2.71\text{g}/\text{cm}^3$, 吸水率 0.66%
混和剤	AE減水剤標準型

表-3 コンクリート等の配合

被検体種類	W/C (%)	S/a (%)	単位量(kg/m^3)				
			水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
コンクリート	50.0	47.6	174	348	826	826	3.48
モルタル	50.0	100	303	607	1307	—	6.07
セメントペースト	28.0	—	469	1677	—	—	—

3. 2 コンクリート等の材料と配合

コンクリート等の使用材料を表-2 に、コンクリート、モルタル、セメントペーストの配合を表-3 に示す。

3. 3 RI カウント測定概要

RI カウントの測定概要を図-2 に示す。塩ビ製の枠の底部に 6mm 鋼板を一体化させた型枠を使用し、空隙を模擬した発泡スチロールを鋼板に貼付け、その上に各被検体を設置して RI カウントを測定した。1 回の計測では 3 分間計測を行い、毎秒測定される RI カウントを 1 分の区間で平均したものを測定値とし、3 分間全体の平均値を求めた。測定装置の設置位置は鋼板の中央とした。被検体の厚さは、水では 150mm、セメントペーストおよびモルタルでは 200mm、コンクリートでは 250mm とした。

4. 実験結果

4. 1 空隙厚さと RI カウントの関係

異なる被検体種類における空隙厚さと RI カウントの関係をまとめたものを

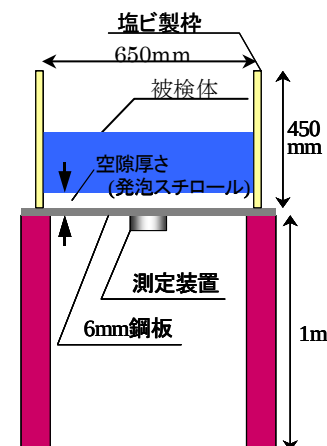


図-2 RI カウント測定概要

キーワード 速中性子, RI カウント, コンクリート, 空隙厚さ, 空隙比率

連絡先 〒270-1395 千葉県印西市大塚 1-5-1 竹中工務店技術研究所 TEL 0476-47-1700

図-3 に示す。図-3 より、空隙厚さが大きくなるといずれの被検体種類においても RI カウントが減少する傾向が見られた。骨材の吸水量も考慮した単位水分量は、水が 1000kg/m^3 で最も多く、次にセメントペーストが 469kg/m^3 、モルタルが 328kg/m^3 、コンクリートが 196kg/m^3 の順である。空隙厚さに対する RI カウントの減少割合は、水>セメントペースト>モルタル>コンクリートの順であった。したがって、単位水分量が多い被検体ほど空隙厚さの違いに対する RI カウントの減少割合が大きい傾向がある。

4. 2 空隙厚さと RI カウント比の関係

空隙厚さ 0mm (空隙なし) の RI カウント測定値を 100 とし、各空隙厚さにおける RI カウント測定値の比率 (以下、RI カウント比とする) を取り上げ、各被検体における空隙厚さと RI カウント比の関係をまとめたものを図-4 に示す。RI カウント比は空隙厚さが大きいほど減少するが、その減少割合は単位水分量が多い被検体ほど大きい。空隙厚さに対する RI カウント比の減少割合は、水>セメントペースト>モルタル>コンクリートの順であり、RI カウント比で整理しても RI カウント比と空隙厚さの関係は、被検体種類の影響を受けることがわかった。

4. 3 空隙比率と RI カウント比の関係

既往の実験結果より、RI カウントが一定に収束する検知厚さが単位水分量の異なる被検体ごとに固有に存在することがわかっている。そこで各被検体の検知厚さに着目し、異なる被検体種類の検知厚さに対する空隙厚さの比率 (以下、空隙比率という) を取り上げ、空隙比率と RI カウント比の関係をまとめたものを図-5 に示す。図-5 より、RI カウント比は空隙比率が大きくなるほど減少する傾向があり、両者の関係は指数関数で近似することができた。RI カウント比と空隙比率を用いて整理することにより、両者の関係は被検体種類の影響を受けることなく、一義的に定まることがわかった。

5. まとめ

以下、今回の実験にて得られた結果をまとめる。

- いずれの被検体種類においても空隙厚さが大きくなると RI カウントが減少する。
- 単位水分量が多い被検体ほど、空隙厚さの違いに対する RI カウントの減少割合が大きい。
- RI カウント比を指標としても、単位水分量が多い被検体では RI カウント比の減少割合が大きい。
- 空隙比率と RI カウント比を用いて整理すると、被検体種類によらず RI カウント比と空隙比率の関係は指数関数で一義的に関連付けることができた。

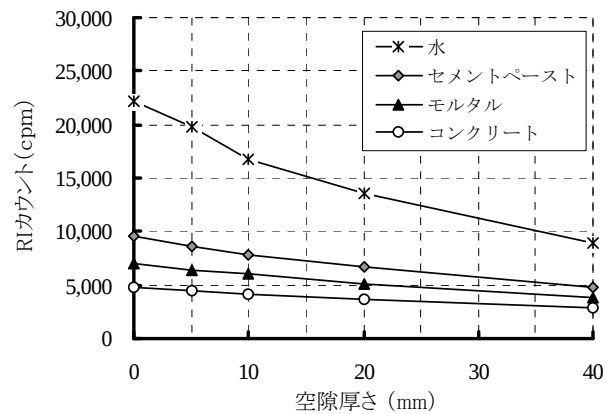


図-3 空隙厚さと RI カウントの関係

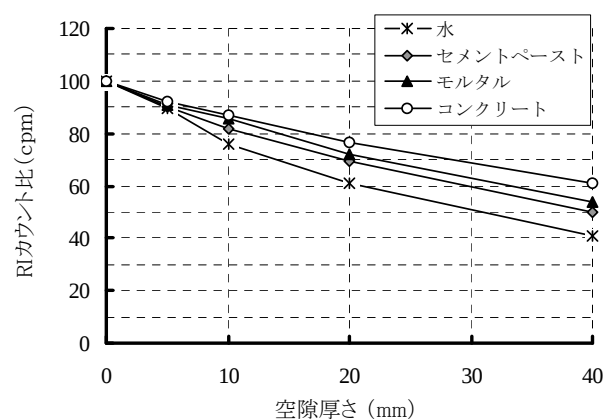


図-4 空隙厚さと RI カウント比の関係

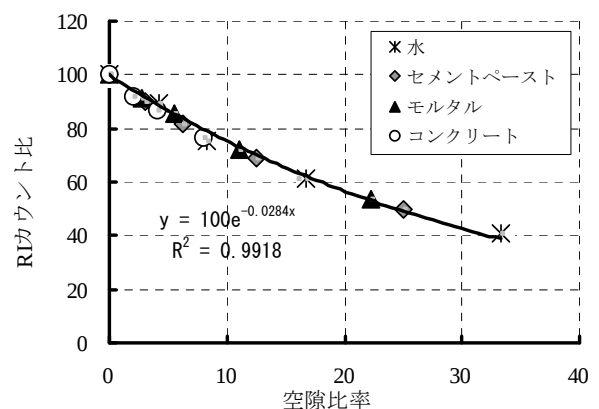


図-5 空隙比率と RI カウント比の関係