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

筆者らはコンクリート打設管理手法の一つとして、散乱型ラジオアイソトープ水分計（以下、測定装置という）に着目し、鋼板内側の空隙厚さとの関係を検討している。既往の実験では、RIカウントが収束する検知厚さが被検体種類ごとに異なること、鋼板内側での空隙比率とRIカウント比の関係は一義的に定まることがわかった。本報告では、線源強度と検出管の大きさが異なる二つの測定装置を用い、異なる被検体種類および空隙厚さのRIカウントを測定し、空隙比率で整理した結果を述べる。

2．中性子線測定装置の概要

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）と熱中性子検出管（^{3}He比例計数管：直径1inch×長さ10inch）を並列配置した装置Aと、線源強度0.78 MBqのカリホルニウム ^{252}Cfと直径50mm×厚さ25mmのパンケーキ型検出管を並列配置した装置Bの2種類とした。

3．実験概要

3．1実験の因子と水準

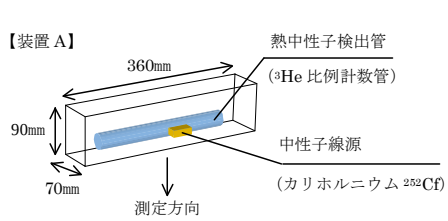
実験の因子と水準を**表-1**に示す。

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。

3．3RI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、被検体厚さを変化させる実験では、この型枠の内部に被検体の厚さを順次増加させて投入し、その都度RIカウントを測定した。空隙厚さを変化させる実験では、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。



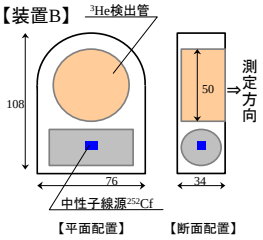


図-1　二種類の測定装置の概要

表-1　実験因子と水準

実験因子	水　準
測定装置の種類	A：長さ250mm棒型検出管+^{252}Cf(線源強度0.6MBq) B：直径50mmパンケーキ型検出管＋^{252}Cf(0.78MBq)
被検体種類	水，セメントペースト，モルタル，コンクリート
被検体厚さ(mm)	0，20，40，60，80，100，120，140，160， 180，200，250，300（空隙厚さは0mm）
空隙厚さ(mm)	0（空隙無し），5，10，20，40 （被検体厚さは、水150mm、セメントペースト200mm、 モルタル200mm、コンクリート250mm）

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3.16g/cm^3
細骨材	茨城県神栖市産陸砂，密度2.58g/cm^3，吸水率1.93%
粗骨材	栃木市産石灰砕石，密度2.71g/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	－	－	－

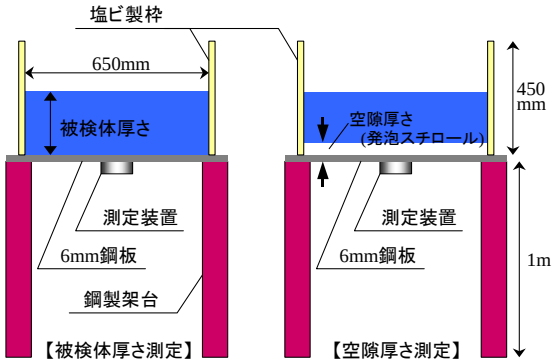


図-2　RIカウント測定概要

キーワード　速中性子，RIカウント，コンクリート，線源強度，空隙厚さ
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　ＴＥＬ0476-47-1700

空隙厚さを変化させる実験での被検体の厚さは、ポリプロピレンでは 100mm、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．実験結果と考察

４．１被検体厚さと RI カウントの関係

各被検体種類における被検体厚さと RI カウントの関係を図-3 に示す。図では、既往の実験データとして報告した装置 A の結果を合わせて示す。装置 B による RI カウント測定値では、被検体種類ごとに RI カウントの増加割合が鈍化し一定となる被検体厚さが異なる傾向がみられた。これは装置 A の場合と同様である。装置 A と装置 B とでは RI カウントには差があるが、RI カウントが一定となる被検体厚さ（以下、検知厚さという）は両装置でも同程度の値とみられる。図-3 より読み取ることができる検知厚さは、水で 120mm、セメントペーストで 160mm、モルタルで 180mm、コンクリートで 250mm 程度である。

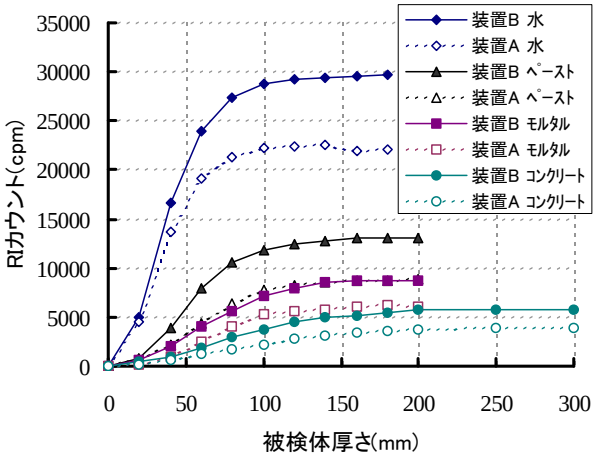


図-3　被検体厚さと RI カウントの関係

４．２空隙厚さと RI カウントの関係

各被検体種類における空隙厚さと RI カウントの関係を図-4 に示す。装置 B では、RI カウントは空隙厚さが大きいほど低下する傾向があり、RI カウントの低下割合は水＞ペースト＞モルタル＞コンクリートの順であった。図では既往の実験データとして報告した装置 A の結果を合わせて示すが、RI カウントのレベルは異なるものの、RI カウントは空隙厚さが大きくなるときに低下する傾向は二つの測定装置で同じであり、RI カウントの低下割合が被検体種類の単位水分量によって異なる現象も同様であった。

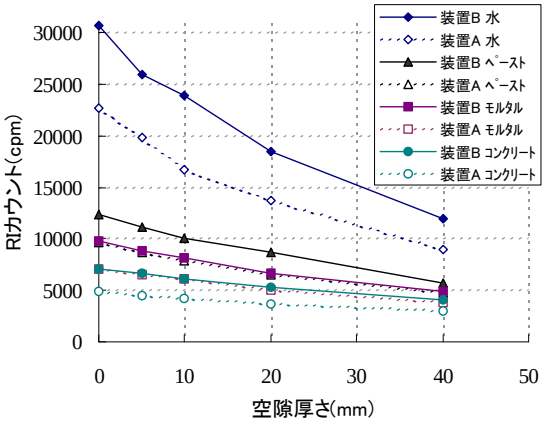


図-4　空隙厚さと RI カウントの関係

４．３空隙比率と RI カウント比の関係

既往の実験結果の整理と同様の方法で、空隙比率（検知厚さに対する空隙厚さの比）と空隙厚さゼロの RI カウントを 100 とした RI カウント比を用い、空隙比率と RI カウント比の関係としてまとめたものを図-5 に示す。図では既往の実験データとして報告した装置 A と装置 B の結果を合わせて示す。装置 A および装置 B とも空隙比率が大きいほど RI カウント比は低下し、RI カウント比は空隙比率の指数関数で近似することができた。図-5 より、二つの装置による測定結果は一つの指数関数式で精度良く近似できた。このことから、線源強度および検出管の仕様が異なる装置でも、RI カウント比と空隙比率の関係は一義的に定まることがわかった。

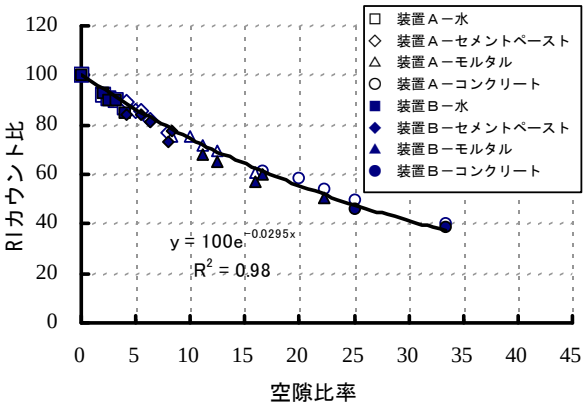


図-5　空隙比率と RI カウント比の関係

５．まとめ

二種類の測定装置による RI カウントと鋼板型枠内側の空隙厚さとの関係を実験的に検討した結果をまとめる。

・異なる装置でも各被検体の検知厚さは同程度である。

・異なる装置でも空隙厚さによって RI カウントが低下する傾向は同じである。

・RI カウント比と空隙比率の関係は、異なる装置でも同じ指数関数で近似でき、ほぼ一義的な関係がある。