

散乱型 RI 測定装置の減速材が空洞の大きさに対する RI カウントに及ぼす影響
(その2: コンクリートに対する RI カウントの変化)

正会員 ○神頭峰磯*1 正会員 瀬古繁喜*2
同 池永太一*3 同 山田和夫*2
準会員 立山有佑*2

放射性同位体 中性子線 散乱型
減速材 空洞幅 RI カウント

1. はじめに

筆者らは、鋼コンクリート複合構造物の鋼とコンクリートとの界面の空洞や滞水を散乱型 RI 測定装置で得られる中性子のカウント数 (以下, RI カウント) で検知することを目指している¹⁾。本報では、その1)に引き続いて、被験体をコンクリートとした場合に空洞の大きさとして、被験体の間隔を変化させた場合の RI カウントに及ぼす減速材の影響について、実験的に検討した結果を報告する。

2. 実験方法

(1) 測定装置および実験水準

実験に使用した測定装置および実験因子と水準は、その1)で示した通りであり、被験体をコンクリートに変えて同様の手法で実験を行った。なお、実験では異なる強度の線源を使用したため、実験から得られた RI カウントは、その1)と同様に計数率比で示す。

(2) 被験体使用材料および調査

被験体のコンクリートは、セメントを普通ポルトランドセメント、粗骨材を砂利、細骨材を山砂とした設計基準強度が 30N/mm² の普通コンクリートである。使用したコンクリートの材料を表-1 に、調査を表-2 に示す。また、被験体のコンクリートは、型枠の脱型後に継続して水温 20℃で水中養生を行い、測定時に水中から取り出して表面の水分をウェスで拭き取った状態で測定を行った。

3. 実験結果

(1) 被験体間の距離と計数率比の関係

減速材にポリプロピレンを使用した場合の被験体間の距離と計数率比の関係を図-1 に示す。被験体間の距離が 0mm で空洞がない場合は、計数率比が高く、被験体間の距離が大きくなるほど低下する傾向を示している。計数率比の低下傾向は、その1)で示した被験体がポリプロピレンの場合は、被験体間の距離が 120mm 程度付近で傾向が変わっていたが、被験体がコンクリートの場合は、被験体間の距離が 160mm 程度付近で変化する結果となった。被験体の種類が異なる場合においても計数率比の低下傾向が類似していることから、被験体の種類が異なっても測定装置による空洞の幅を計数率比の低下によって推定できる可能性がある。また、計数率比は、被験体がポリプロピレンの場合と比較して、全体的に大きく低下して

表-1 被験体コンクリートの使用材料

種類	産地・名称	物性値
セメント	普通ポルトランドセメント	密度3.16g/cm ³
水	地下水	密度1.00g/cm ³
細骨材	山砂(愛知県豊田市)	表乾密度2.58g/cm ³ , 粗粒率2.67
粗骨材	砂利(岐阜県多治見市)	表乾密度2.60g/cm ³ , 実積率63.3%
混和剤	AE減水剤	変性リグニンスルホン酸とポリカルボン酸, 密度1.09g/cm ³
	AE剤	アルキルエーテル型陰イオン界面活性剤, 密度1.04g/cm ³

表-2 被験体コンクリートの調査

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)					
		水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤	AE剤
57.4	44.9	175.5	306	791	978	0.198	0.198

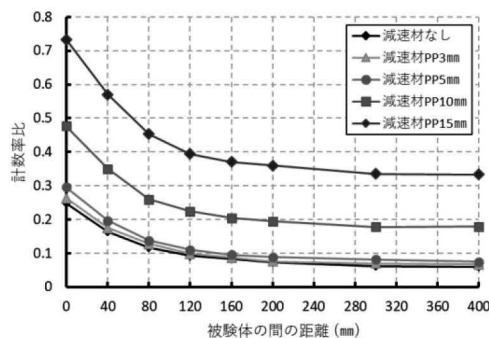


図-1 被験体間の距離と計数率比の関係
(減速材がポリプロピレンの場合)

おり、被験体間の距離が 0mm で空洞がない場合は、減速材なしの場合が 79%、減速材 3mm と 5mm は、それぞれ 75%と 73%の低下であった。減速材が 10mm 以上となると、低下の割合は抑えられ、減速材が 10mm の場合が 59%で、15mm の場合が 42%であった。コンクリート被験体が、ポリプロピレン被験体よりも全体的に計数率比が低下しているのは、被験体内の水素原子や炭素原子の量の違いが RI カウントに影響を及ぼしていることが考えられる。また、減速材が 5mm 以下の場合には、減速材なしの

場合の曲線と近似しており、減速材の効果は小さいことが判る。被検体間の距離が 0mm のときの計数率比は、減速材なしの場合に比べると、減速材の厚さ 10mm では 1.9 倍、厚さ 15mm では 3.0 倍となっており、減速材によって熱中性子の量が増加していることが判る。

次に減速材をポリエチレンとした場合の被験体間の距離と計数率比の関係を図-2 に示す。被験体間の距離が 0mm で空洞がない場合は、ポリプロピレンの減速材より若干小さい計数率比となった。また、被験体間の距離を大きく変化させた場合も、減速材がポリプロピレンの場合と同じ傾向となった。これは、ポリプロピレン $[(C_3H_6)_n]$ とポリエチレン $[(C_2H_4)_n]$ の炭素原子と水素原子との構成比率が同じであるからと考えられる。

(2) 被験体間の距離と計数率比の関係の定式化

空洞の小さい場合の計数率比の変化を定式化するため、ポリプロピレン被験体間の距離 120mm 以下と、コンクリート被験体間の距離 160mm 以下の範囲において、各実験水準の結果を 10 万倍して 2 次式で近似した。減速材がポリプロピレンで、厚さが 10mm の場合を一例として図-3 に示す。計数率比と被験体間の距離の関係は、それぞれの被検体の計数率比の低下の大きい範囲までは、2 次式で近似できる結果となった。他の実験水準についても同様に近似できるため、被験体間の距離と計数率比は、被検体の材質によらず、高い相関性があることが示された。このことから、ポリプロピレン被検体の距離が 120mm 程度、コンクリート被験体間の距離が 160mm 程度までの範囲であれば、計数率比は距離の二乗に比例して減少するという距離減衰を示している。なお、被験体間の距離の二乗の項の係数は、2 次式の曲率に関係する値であり、係数が大きいほど、被験体間の距離が大きいときに計数率比の低下割合が大きくなる。この近似式の二乗の項の係数と減速材の厚さの関係を図-4 に示す。被検体がポリプロピレンの場合は、減速材が 15mm で、二乗の項の係数が低下しており、減速材としては性能低下になることを示している。一方、被験体がコンクリートの場合は、二乗の項の係数は、減速材の厚さに応じて二乗の項の係数が大きくなり、計数率比の変化も大きくなる。

4. まとめ

今回の実験で得られた結果を以下にまとめる。

- ・被験体間の距離と計数率比の関係は、被験体がポリプロピレンの場合と同様に被験体間の距離が大きくなるほど低下する傾向となった。
- ・コンクリート被験体の場合、得られる計数率比はポリプロピレンよりも低下する。

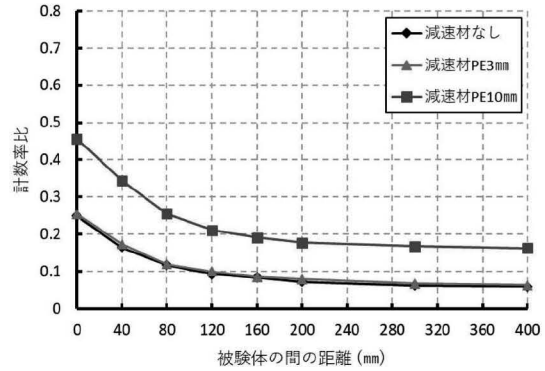


図-2 被験体間の距離と計数率比の関係 (減速材がポリエチレンの場合)

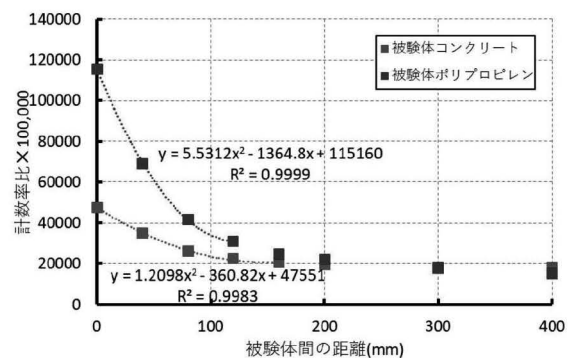


図-3 実験結果の二次式による近似の例

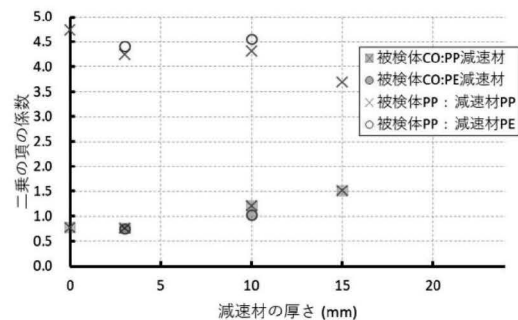


図-4 近似式の二乗の項の係数と減速材厚さの関係

- ・被験体がコンクリートの場合、減速材の厚さを 10mm 以上とすることにより、本測定装置による熱中性子の捕捉量が多くなる。
- ・ポリプロピレンとポリエチレンは、減速材としての効果に大きな差が見られない。
- ・ポリエチレン被験体間の距離が 120mm 程度、コンクリート被験体間の距離が 160mm 程度の範囲内では、計数率比は距離の二乗に比例して減少する距離減衰を示す。

参考文献

- 1) 神頭峰磯, 瀬古繁喜, 山田和夫: RI 中性子線測定装置による合成床版のコンクリート充填確認手法の基礎的検討, 土木学会 第 10 回道路橋床版シンポジウム, pp.93-98, 2018

*1 日本車輛製造株式会社, *2 愛知工業大学,
*3 ソイルアンドロックエンジニアリング株式会社

*1 Nippon Sharyo Co., Ltd., *2 Aichi Institute of Technology,
*3 Soil and Rock Eng., Co., Ltd.