

合成床版のコンクリートの充填、空隙および滞水検知装置に関する研究

[研究代表者] 瀬古繁喜 (工学部建築学科)

[共同研究者] 神頭峰磯 (日本車輛製造(株))

池永太一 (ソイルアンドロックエンジニアリング(株))

研究成果の概要

鋼とコンクリートの複合構造は、それぞれの材料特性を生かすことによって、単一材料の構造物よりも耐久性が高くなる利点がある一方、鋼板に覆われた構造物のため、内部等の点検が難しい欠点がある。そこで、中性線子の持つ優れた物質透過性を利用した散乱型中性子線測定装置を用いて、鋼板によって不可視となる鋼板とコンクリートとの界面の空洞や滞水を検知することを試みている。散乱型中性子線測定装置は、装置に設置された線源から中性子を放出し、エネルギー減衰された中性子を検出管で定量評価する装置である。

本研究では 50mm 角程度の大きさの空洞等を発見できるように、散乱型測定装置から放出される中性子が被検体に影響する範囲を狭小化できる方法を見出すために実験的な検討を行っている。その一つの手段として、減速材を検出管の下に配置して、装置から放出される中性子のエネルギーをより減衰して検知しやすくする方法がある。

本年度は、検出管直下に設置した減速材によるエネルギー減衰が空洞の検出精度に及ぼす影響について、(1)被験体の大きさを変化させる実験、(2)二つの被験体間の距離を変化させる実験、(3)被験体の大きさは一定として隅角部と測定装置の距離を変化させる実験の 3 種類を行い、RI カウントの増減から検討を行った。その結果、(1)被験体の大きさを変化させる実験では、減速材の使用により検出範囲が狭まることが明らかになり、(2)二つの被験体間の距離を変化させる実験では、一定程度の厚さ以上の減速材の使用により空洞が検知しやすくなることが明らかになった。また、(3)被験体の大きさは一定として隅角部と測定装置の距離を変化させる実験においては、被検体隅角部においても減速材厚さが大きいほど測定値の変化割合が大きくなる効果があることが明らかになった。

研究分野： 建築材料・施工

キーワード： 高架橋、合成床版、コンクリート、空隙、滞水、中性子線、非破壊検査

1. 研究開始当初の背景

道路高架橋等の鋼コンクリート合成床版の底鋼板狭隙部では、コンクリートの打込み時に充填不良が発生する恐れがある。また、走行する車輛の輪荷重が合成床版に繰り返し作用して鋼板とコンクリート間の剥離を生じさせ、その剥離の空洞に水が溜まる滞水現象が劣化要因となる。本研究では、散乱型中性子線測定装置と呼ばれる原理を利用し、放射性同位体の中性子線源から放出された速中性子が物質中で減衰されて戻ってくる熱中性子を検出管で検知する数量の増減で充填不良の空隙や滞水箇所を非破壊で検査する方法を検討することとした。目標としては、合成

床版へのコンクリート打込み時に鋼板の外側から 50mm × 50mm × 10mm 程度の空隙を検出できることである。

2. 研究の目的

研究で用いる散乱型中性子線測定装置は、装置の中央に中性子線源を、その両側に熱中性子検出管を設置した形である。この形状の散乱型中性子線測定装置の場合、測定対象がコンクリートのときに速中性子が影響する範囲が半径約 20cm 程度であることが分かっている。最終的な目標は、空隙の大きさとして 50mm × 50mm × 10mm を検出できることであることから、速中性子が影響する範囲を狭小

化できる方法を検討して見出すことが本研究の主な目的である。本年度は、放出されて徐々にエネルギー減衰される状態の中性子を、熱中性子検出管で検出しやすくすることによって空隙の検出精度を高める方法として、中性子線を減速させる効果を有する材料を検出管の下に設置してその効果を定量的に把握することを目的とした実験を行うこととした。

3. 研究の方法

(1) 散乱型中性子線測定装置の概要

本実験で使用した測定装置の概要を図1に示す。ステンレス基盤の中央に中性子線源のカリフォルニウム(^{252}Cf)を設置するための筒状のステンレス製治具を固定した。中性子線源の両側にはヘリウムガスを封入した直径25.4mm×長さ127mmの ^3He 比例計数管(検出管)を1本ずつ設置した。使用した線源の強度は、0.51MBqと0.74MBqとした。また、検出管の下には中性子線の減速材を設置し、その厚さを変えられる構造とした。

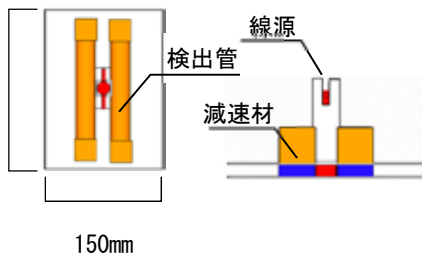


図1 散乱型中性子線測定装置の概要

(2) 実験検討の概要

① 実験因子と水準

測定装置の実験因子は減速材の種類と厚さとした。減速材は、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレン(PE)を主に用いることとし、PPの厚さは0、2、3、5、10、15mmとし、PEの厚さは3、10mmとした。

測定対象となる被験体の実験因子は、被験体の大きさ、被験体間の空間の距離、被験体の隅角部と測定装置の間の距離とした。被験体の大きさおよび被験体間の空間の大きさは400mmまで40mmずつ変化させた。

② 試験体の概要

本年度の実験は図2に示すように、(1)被験体の大きさを変化させる実験、(2)二つの被験体間の距離を変化させる実験、(3)被験体の大きさは一定として隅角部と測定装置の距離を変化させる実験、の三種類を行った。

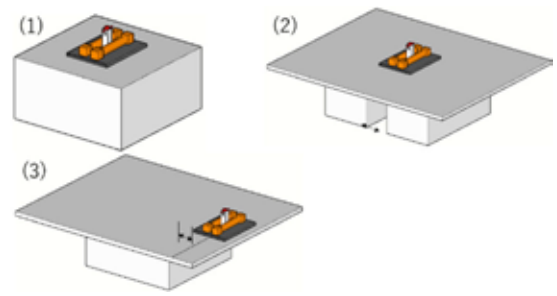


図2 実験実施のイメージ

4. 研究成果

実験結果の例として、被験体間の空間の距離に関する実験結果と被験体の隅角部と測定装置の距離に関する実験結果を図3および図4に示す。減速材は、その使用によって測定値に影響し、厚さが大きいほど測定値の変化割合が大きくなる効果がみられた。

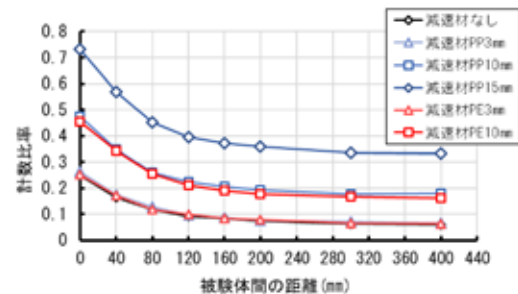


図3 被験体間の距離と計数率比の関係

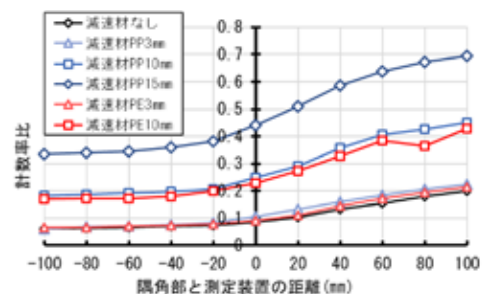


図4 隅角部と測定装置の距離と計数率比の関係

5. 本研究に関する発表

- (1) 神頭峰磯ほか、“RI 中性子線測定装置による鋼板内側でのコンクリートの RI カウントの増減に及ぼす減速材の影響”、コンクリート工学年次論文集、Vol.42、2020年7月
- (2) 立山有佑ほか、“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1: 実験概要とポリプロピレン間の距離に対する RI カウントの変化)”、日本建築学会大会学術講演梗概集、2020年9月
- (3) 神頭峰磯ほか、“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)”、日本建築学会大会学術講演梗概集、2020年9月