

ガンマ線測定装置を用いた硬化コンクリートの密度の推定方法に関する研究
(その1:RI カウント測定値に及ぼす鉄筋の影響)

ガンマ線 硬化コンクリート 密度
RI カウント 鉄筋

準会員 ○池本 敦哉*1 準会員 左近充 雅弥*1
正会員 瀬古 繁喜*2 正会員 山田 和夫*2
正会員 徳永 将司*3 非会員 森 安弘*4

1. はじめに

原子力発電所施設では、既存躯体の放射線遮蔽能力を評価する際には、コンクリート密度の確認が必要である。既存躯体コンクリートの密度を直接的に測定するためには、コンクリートコアを採取して質量を測定する方法があるが、躯体を損傷することや、補修を適切に行う必要があるなど課題も多い。

筆者らは、既存躯体コンクリートの非破壊試験を確立することで、破壊試験の問題点を解消できると考え、ガンマ線を利用した密度の推定方法に着目した。ガンマ線は、電子と衝突するとコンプトン散乱によりエネルギーが低下する性質を有していることから、物質を透過あるいは散乱してくるガンマ線の量を測定することで、密度の高低を推定することができる。

本報では、既存コンクリート躯体から散乱してくるガンマ線量を測定する際に、影響を及ぼすと考えられる鉄筋径やかぶり、および測定装置と鉄筋の位置関係を実験的に検証した結果を述べる。

2. 実験概要

(1) ガンマ線測定装置の概要

実験で使用したガンマ線測定装置は、ガンマ線源(セシウム, Cs-137, 3.7MBq)と検出管(NaI シンチレータ)を並べて配置した散乱型ガンマ線測定装置である。図-1に示すように、線源と検出管を同一面であることから、線源から放出されるガンマ線が、対象物の内部でコンプトン散乱によって、検出管に戻ってくるガンマ線の量を測定する仕組みになっている。

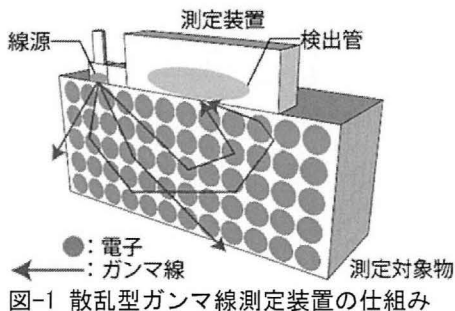


図-1 散乱型ガンマ線測定装置の仕組み

(2) 実験の因子と水準

実験因子は、鉄筋径とかぶり厚さとした。鉄筋径はD10

からD32までとし、かぶり厚さは20mmから80mmまでとした。実験因子と水準を表-1に示す。実験は全ての水準の組合せで行った。

表-1 実験の因子と水準

実験因子	水準
鉄筋径(呼び径)	D10, D19, D32
かぶり厚さ(mm)	20, 40, 60, 80

(3) コンクリートの材料と調査

コンクリートの材料と調査を表-2および表-3に示す。

表-2 コンクリートの材料

種類	名称・産地	物性値
セメント	普通ポルトランド(T社)	密度3.16g/cm ³
水	地下水	1.00g/cm ³
細骨材	山砂(豊田市)	表乾密度2.55g/cm ³ , 粗粒率2.80
粗骨材	砕石(瀬戸市)	表乾密度2.71g/cm ³ , 実積率59%
化学混和剤	AE減水剤(T社)	有機酸系誘導体と芳香族高分子化合物, 密度1.26~1.30g/cm ³

表-3 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
65.0	52.2	185	285	905	881	0.71

(4) 試験体の概要

試験体の寸法は、高さ200mm×幅500mm×奥行300mmとした。測定装置をあてるコンクリート試験体面から、かぶり厚さ(20,40,60,80mm)に鉄筋を配置した。試験体の外観と測定装置を設置した状況を図-2に示す。

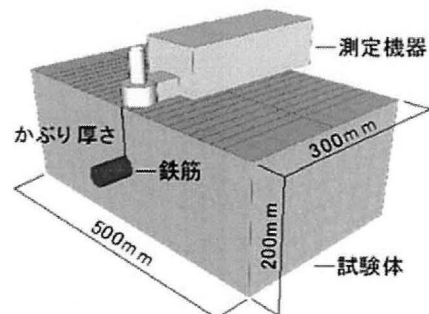


図-2 試験体の外観と測定装置を設置した状況

Measurement of Density of Hardened Concrete by using Gamma-ray Detector (Part1: Influence of Steel Bar on RI count measurements)

IKEMOTO Atsuya, SAKONJU Masaya, SEKO Shigeki, YAMADA Kazuo, TOKUNAGA Masashi, and MORI Yasuhiro

(5) 測定方法

試験体はかぶり厚さ側を上にして、その上に測定装置を鉄筋と平行になるように設置した。測定位置は鉄筋直上から横方向に距離が-200mm から+200mm まで 20mm 間隔とした。測定時間を 1 分間/回とし、3 回の平均値を測定結果とした。測定位置の概要を図-3 に示す。

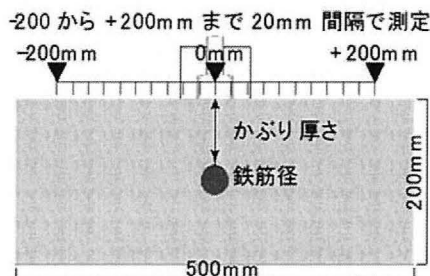


図-3 試験体の断面と測定位置

3. 測定結果

鉄筋直上からの横方向の距離とガンマ線量 (RI カウント) の関係について鉄筋径 D32 の場合を図-4 に、D19 の場合を図-5 に、D10 の場合を図-6 に示す。

図-4 から図-6 において、-200mm から+200mm の範囲を測定した際に、RI カウントは距離±100mm 程度の位置で最大となり、鉄筋の直上に近づくに従って RI カウントは低下する傾向を示した。これは、測定対象の密度が大きい場合に散乱してくるガンマ線量が低い値となる測定原理によるものである。なお、試験体の両端部ではガンマ線を散乱させるコンクリートが少なくなるために RI カウントが低くなっている。

図-4 から図-6 のいずれにもほぼ共通することは、かぶり厚さが大きくなると鉄筋直上での RI カウントが高くなることである。これは、鉄筋との距離が離れることによって、密度の高い鉄筋の影響が小さくなることを示す。

図-4、図-5 および図-6 での同じかぶり厚さでの鉄筋直上の RI カウントは、鉄筋径が大きいほど低くなる傾向にある。これは、測定装置に入る鉄筋量が増え、相対的に密度が大きくなるためである。

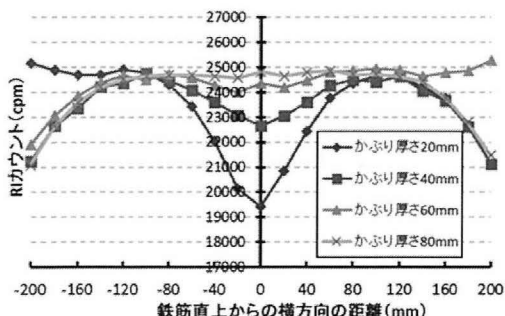


図-4 鉄筋直上からの距離と RI カウントの関係 (D32)

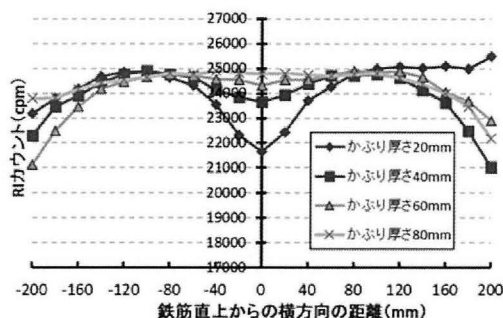


図-5 鉄筋直上からの距離と RI カウントの関係 (D19)

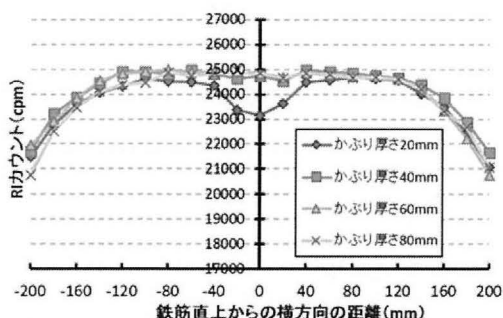


図-6 鉄筋直上からの距離と RI カウントの関係 (D10)

4. 考察

鉄筋直上での RI カウントの低下量を、距離 100mm を基準に求め、かぶり厚さとの関係にまとめたものを図-7 に示す。かぶり厚さが大きいほど低下量は小さくなり、例えば D32 の場合はかぶり厚さの二乗に比例した。鉄筋径が小さいほど低下量 0cpm に収束するかぶり厚さが小さい。

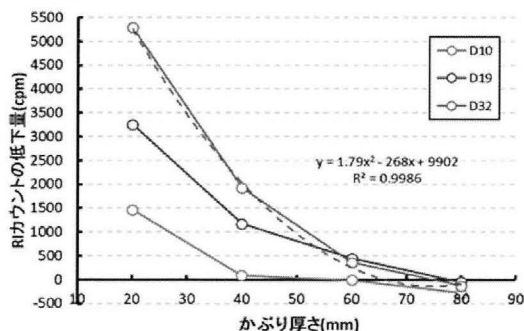


図-7 かぶり厚さと鉄筋直上での RI カウント低下量の関係

5. まとめ

実験で得られた結果を以下にまとめる。

- 1) 測定位置が鉄筋直上に近いほど RI カウントは低下した。
- 2) 鉄筋径が大きいほど RI カウントが低くなる傾向がある。
- 3) かぶり厚さが大きいほどかぶり厚さの二乗に比例して RI カウントの低下量は小さくなる。

*1 愛知工業大学 建築学科 学部生

*2 愛知工業大学 建築学科 教授

*3 竹中工務店 原子力火力本部,

*4 ソイルアンドロックエンジニアリング

*1 Undergraduate Student, Aichi Institute of Technology

*2 Professor, Aichi Institute of Technology, Architectural

*3 TAKENAKA Corporation, Power Engineering Department

*4 Soil and Rock Engineering