

機関番号：32660

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：21760444

研究課題名（和文） 中性子ラジオグラフィによる鉄筋コンクリートの局所劣化リスクの評価

研究課題名（英文） Evaluation of local deterioration risk of reinforced concrete by the neutron radiography

研究代表者

兼松 学 (KANEMATSU MANABU)

東京理科大学・理工学部建築学科・准教授

研究者番号：00312976

研究成果の概要（和文）：

本年度研究では、中性子ラジオグラフィによる局所的な水分供給状況の完全非破壊定量化技術を基軸として、各種環境条件が局所劣化現象に及ぼす影響について明らかにし、さらに、「鉄筋への水分供給状況が鉄筋腐食に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、因子別腐食促進試験を実施し、これを既存の水分移動モデル・腐食モデル構築の基礎データを得た。

研究成果の概要（英文）：

In this research, to evaluate the effect of micro-environment on deterioration of reinforced concrete structures, neutron radiography (NRG) was applied to visualization and quantification of water penetration into concrete through cracks. The some experimental study were conducted under some thermal or relative humidity conditions.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
21年度	2,800,000	840,000	3,640,000
22年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築構造・材料

キーワード：中性子ラジオグラフィ、コンクリート、水分拡散、鉄筋腐食、ひび割れ、付着損失領域

1. 研究開始当初の背景

鉄筋腐食や漏水など、鉄筋コンクリート構造物に生じる劣化現象の多くには水分が関わっており、コンクリートを中心とする材料中の水分供給状況を把握することは、その耐久性を評価する上で欠く事できない。しかしながら、既往の測定手法では対照とする系に影響を与えることなく、高空間分解能・高時間分解能での測定は不可能であった。

一方で、コンクリート中の水分挙動は、多くの研究者により緻密な理論研究がなされているものの、それに見合った高空間・時間分解能での検証が困難であったため、コンクリート中の水分挙動の把握技術の確立が強く望まれている。

2. 研究の目的

本研究では、中性子ラジオグラフィを用いて、コンクリートのひび割れを介した劣化因子の浸透に起因する局所的劣化リスクの評価に必要な基礎的知見を得ることを最終的な目標とする。

そのためには、中性子ラジオグラフィによる局所的な水分供給状況の完全非破壊定量化技術を基軸として、各種環境条件が局所劣化現象に及ぼす影響について明らかにすることを第一とする。第二に鉄筋への水分供給状況が鉄筋腐食に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、因子別腐食促進試験を実施し、これを既存の水分移動モデル・腐食モデル構築の基礎データとする。最後に、局所劣化リスクの評価・予測手法の開発を目的として、これまで火災時の熱水分挙動予測モデルとして開発した微視的構造に基づく水熱同時拡散モデルを援用し、腐食モデルとの連成解析手法に関する検討を行った。

3. 研究の方法

本研究は、以下に示す実験 I から IV による基礎的研究に加え、局所水分移動モデルの構築に向けた検討を行った。

(1) 実験 I 環境条件に応じた水分移動に関わる基礎物性の把握

コンクリート中の水分移動に関わる基礎物性の温湿度依存性を明らかにすることを目的として、温湿度コントロールチャンバを導入し、各種環境条件下で乾燥・吸水プロセスの実測を行った。

(2) 実験 II

水分挙動に及ぼすひび割れの影響の定量ひび割れ部からの水分供給をモデル化することを目的として、ひび割れ部の水分挙動を中性子ラジオグラフィにより定量化した。

(3) 実験 III 実環境下を模擬した水分挙動の定量化

本研究項目は、原子炉の不具合事象により中止を余儀なくされたため、いくつかの代替的補完実験を行い、降雨時のひび割れ中の水分挙動に関して検討を行った。

(4) 実験 IV 腐食関連実験

鉄筋コンクリートの腐食促進試験を実施し、腐食後の鉄筋近傍の水分状況の可視化と水分移動特性の評価を行い、局所的な水分環境が腐食に与える影響について明らかにした。

(5) 微視的構造に基づく水熱同時拡散モデルの開発

微視的構造に基づく水熱同時拡散モデルを援用・拡張し、実験 I および II の基礎データを実装を試みる。特に、ひび割れ部の水分挙動の扱いについて検討を行った。

4. 研究成果

本年度研究範囲では、中性子ラジオグラフィによる局所的な水分供給状況の完全非破壊定量化技術を基軸として、各種環境条件が局所劣化現象に及ぼす影響について明らかにし、さらに、「鉄筋への水分供給状況が鉄筋腐食に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、因子別腐食促進試験を実施し、これを既存の水分移動モデル・腐食モデル構築の基礎データを得た。

具体的には、環境条件に応じた水分移動に関わる基礎物性の把握 コンクリート中の水分移動に関わる基礎物性の温湿度依存性を明らかにすることを目的として、温湿度コントロールチャンバを導入し、各種環境条件下で乾燥・吸水プロセスにより水分移動に関わる基礎物性の測定に成功した。

また、ひび割れ部からの水分供給をモデル化することを目的として、ひび割れ部の水分挙動を中性子ラジオグラフィにより定量化を行った。具体的には、鉄筋コンクリート中の鉄筋近傍における水分挙動の知見を得ることを目的とし、両引き載荷により人工的に鉄筋周囲に付着損失領域を導入した鉄筋コンクリート試験体及び無載荷試験体を準備し、非破壊イメージング技術である中性子ラジオグラフィを用いて実験的検討を行った。得られた測定値からコンクリート中の水分質量を定量化し、水分濃度依存の非線形拡散現象として拡散係数を算出した。また、画像及び拡散係数の結果から、鉄筋近傍における水分移動が支配的であり、特に両引き載荷による付着損失部分は健全な部分に比べて顕著であることが明らかとなった。

加えて、鉄筋コンクリートの腐食促進試験を実施し、腐食後の鉄筋近傍の水分状況の可視化と水分移動特性の評価を行い、局所的な水分環境が腐食に与える影響について明らかにした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① Naoko Tsuchiya, Manabu Kanematsu, Takafumi Noguchi, Hiroshi Iikura and Hiroki Shinoda: Quantification of water transfer around reinforcing bars by neutron radiography toward longevity of reinforced concrete buildings, SB10 SEOUL, 2010, 査読無し
- ② M. Kanematsu, N. Tsuchiya, T. Noguchi, I. Maruyama: Quantification of water penetration into concrete through cracks to rebars by neutron radiography, Proceedings of 6th International Conference on Concrete under Severe Conditions Environment and Loading, 査読有, vol.1, pp.471~478, 2010
- ③ 土屋直子、兼松 学: 内部ひび割れのある鉄筋コンクリートの鉄筋近傍における水分挙動に関する研究、コンクリート工学年次大会論文集, 査読有, vol.1, pp.683~688, 2010
- ④ 濱 幸雄, 丸山 一平, 兼松 学: コンクリートの耐凍害性とエントラップドエア内への水分移動現象、日本建築学会学術講演梗概集、A-1 巻、pp.1255~1256、査読無
- ⑤ 早野 博幸, 飯倉 寛, 丸山 一平, 長井 宏憲, 兼松 学, 野口 貴文, 土屋直子: 中性子ラジオグラフィによる軽量コンクリートの乾燥過程における水分挙動 - その 1 収縮特性と水分分布の関係、日本建築学会学術講演梗概集、A-1 巻、pp.1201~1202、2010、査読無
- ⑥ 土屋 直子, 飯倉 寛, 丸山 一平, 長井 宏憲, 兼松 学, 野口 貴文, 早野 博幸: 中性子ラジオグラフィによる軽量コンクリートの乾燥過程における水分挙動 - その 2 コンクリート内部における水分の乾燥分布、日本建築学会学術講演梗概集、A-1 巻、pp.1203~1204、査読無

[学会発表] (計 1 件)

- ① 兼松 学 : Proceedings of 6th International Conference on Concrete under Severe Conditions Environment and Loading, 6th International Conference on Concrete under Severe Conditions Environment and Loading, Merida, Mexico, 2010.6.9

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

http://www.rs.noda.sut.ac.jp/manabu/NR_web/NR_webj.htm

6. 研究組織

(1) 研究代表者

兼松 学 (KANEMATSU MANABU)

東京理科大学・理工学部建築学科・准教授

研究者番号 : 00312976

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

