

令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：16301

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K14803

研究課題名（和文）合理的な耐久設計の実現に向けた表層品質と耐久性の包括的知見の獲得

研究課題名（英文）Acquisition of comprehensive knowledge regarding surface quality and durability for achieving rational durability design of concrete structure

研究代表者

横山 勇気（Yuki, YOKOYAMA）

愛媛大学・理工学研究科（工学系）・助教

研究者番号：00847080

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究においては、コンクリート表層部の品質の評価指標である表層透気係数と表層部の強度の評価指標である反発度の相関関係を分析した。その結果、表層透気係数と反発度の間に相関が見られること、さらに降雨の影響を受ける場合に比べて、降雨の影響を受けない場合は、より初期の材齢で相関関係が向上する傾向を確認した。反発度と中性化速度係数の相関関係についても分析を行い、材齢が数年以内においては、中性化は一定の速度で進行するものの、材齢が数十年経過した後は、中性化の進行が停滞する現象を確認した。反発度や降雨の影響の有無に応じて中性化の進行が停滞する時期が異なることも確認している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

鉄筋コンクリート構造物の劣化因子である液状水や二酸化炭素、塩化物イオンはコンクリートの表層部から内部へ浸透する。ゆえにコンクリート表層部の品質は耐久性を確保するために重要である。既往の研究により、表層部の透気性と強度の間には強い相関は見られなかったが、本研究を通じ、材齢の経過に伴い透気性と強度の間の相関が向上するとともに、降雨の影響の有無が相関関係に影響を及ぼすことが明らかとなった。本現象は当該分野の従来の常識とは異なる傾向を示すため、耐久性を適切に評価及び確保するためには本現象を深く理解することは極めて重要であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this study, the correlation between the surface air permeability coefficient, which serves as an evaluation index for the quality of the surface layer of concrete, and the rebound index, which serves as an evaluation index for the strength of the surface was analyzed. As a result, a correlation between the surface air permeability coefficient and the rebound index was confirmed. Furthermore, in cases where there is no influence of rainfall, the correlation tends to increase at earlier ages compared to those with rainfall influence. The correlation between the rebound index and the neutralization rate coefficient was also analyzed. Within the first few years of material age, carbonation progresses at a constant rate, but after several decades, a phenomenon where neutralization progress stagnates was observed. The timing of carbonation stagnation varies depending on the presence or absence of rebound and rainfall influence.

研究分野：コンクリート工学

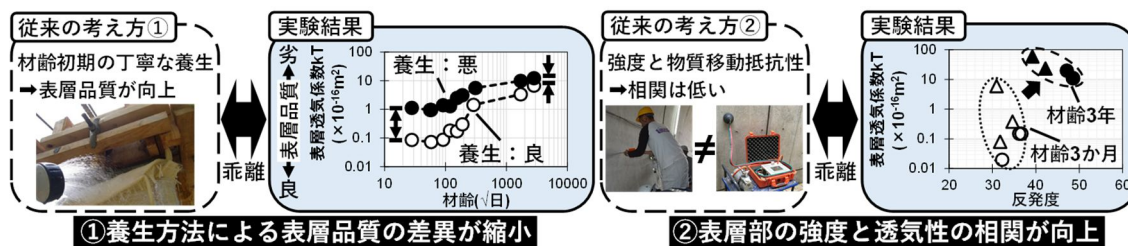
キーワード：コンクリート 耐久性 表層品質 透気性 強度 中性化

1. 研究開始当初の背景

鉄筋コンクリート構造物の劣化因子である水や塩化物イオンは、コンクリート表層部から内部へ侵入する。そのため、構造物の耐久性を確保するには表層部の品質が重要な役割を果たす。表層品質に関する研究は近年精力的に行われており、表層品質を評価する試験が複数提案されている。表層品質の向上を目的とした養生手法も複数開発されており、表層品質の試験結果より品質の向上効果が確認されている。海外の規定では、表層品質の試験は材齢 1~3 か月での実施が推奨されている。この規定を参考に国内でも、同様の期間で試験が実施されている。しかしながら、長期耐久性を考えた場合、現状の試験期間はごく初期の材齢にとどまっており、表層品質の長期的な変化や養生効果の持続性については不明な点が多い。

その中、申請者は数年にわたる表層品質の変化を分析し、養生による表層部の透気性の差が材齢の経過に伴い縮小する現象を発見した。他にも、吸水性や空隙構造の検討を進め、養生による明確な差が表層品質に見られなくなることを複数の観点より明らかにした。さらに、申請者は、材齢が進行するにつれ表層部の強度と透気性の相関が高まることを確認した。これらの現象は、材齢初期に丁寧な養生を施すことで表層品質が向上し、長期的な耐久性が確保されることに加え、強度のみでは耐久性の適切な評価は困難だと考えられてきた従来の常識を覆すものである。しかし、現状では材料や配合、養生方法が極めて限定的で、機構の解明にも至っておらず、測定結果の一般性は定かではない。

これまでの常識とは異なる傾向を示す上記の現象を、適切に理解せずに養生の影響や表層品質の評価に関して定量的な議論を行うことは、誤った結論を導きかねない。真に合理的な耐久設計法の構築を実現するためにも、これらの現象の機構や影響を解明する必要がある。



2. 研究の目的

本研究では、表層品質の評価指標と耐久性に関する包括的な知見を獲得し、コンクリート構造物の長寿命化をより合理的に実現するための新たな耐久設計手法の提案を目的とする。以下の内容を達成することによりこれを可能にする。

目的：表層品質の評価指標と耐久性に関する包括的知見の獲得

小目的 1：養生による表層品質の差異が縮小する現象の再現性の確認

小目的 2：コンクリート表層部の強度と物質移動抵抗性の関係性の再考

3. 研究の方法

まず、材齢の経過に伴い養生による差異が縮小する現象の再現性を検証する。そのために、養生方法による表層品質の明確な差異が見受けられなくなった実構造物模擬試験体より試料を採取し、各劣化指標より養生による影響が残存しているかを検討する。材齢の進行により、表層部の強度と透気性の相関が向上する現象に関しては、材齢が数年経過した実構造物や供試体を用い再現性を確認するとともに、空隙構造の観点からも検証を重ねる。また、含水率の影響を考慮した表層品質の試験の継続的な実施により、本現象の発生条件を明らかにする。最後に本研究で得られた知見とこれまで蓄積されてきた実構造物の測定結果を併せて分析することで、より合理的な耐久性の設計手法の提案に臨む。



4. 研究成果

材齢の経過に伴い養生による表層品質の差異が縮小する現象については、実環境下に暴露された供試体を用いてコンクリートの表層部の透気性や吸水性を確認したところ、材齢が進行するに伴い養生による差異が縮小していることを確認できた。現段階では使用材料や養生条件、材齢などが限定的であるため、今後は本現象の発生機構に関する検討が必要であると考えられる。また、コンクリート表層部の品質の評価指標である表層透気係数と表層部の強度の評価指標である反発度の相関関係に関しても複数の供試体を用いて分析を行った。その結果、表層透気係数と反発度の間に相関が見られること、さらに降雨の影響を受ける場合に比べて、降雨の影響を受けない場合は、より初期の材齢で相関関係が向上する傾向が確認された。反発度と中性化速度係数の相関関係に関しても並行して分析を行い、材齢が数年以内においては、中性化は一定の速度で進行するものの、材齢が数十年経過した後は、中性化の進行が停滞する現象を確認した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yokoyama Yuki, Nakarai Kenichiro, Sakai Yuya, Kishi Toshiharu	4. 巻 122
2. 論文標題 Influences of moisture change and pore structure alteration on transport properties of concrete cover	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cement and Concrete Composites	6. 最初と最後の頁 104090 ~ 104090
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cemconcomp.2021.104090	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 横山勇気, 半井健一郎, 岸利治	4. 巻 43
2. 論文標題 硝酸銀水溶液噴霧による水の浸透深さの測定と非破壊試験との相関	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 横山勇気, 吉田亮, 岸利治
2. 発表標題 中性化の影響に着目したACI 318におけるかぶりの設計基準の変遷の調査
3. 学会等名 令和5年度全国大会 第78回年次学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横山勇気
2. 発表標題 締固めの方法と型枠の種類が表層品質へ及ぼす影響の分析
3. 学会等名 セメント技術大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------