

コンクリート製農業用開水路に生成する白色析出物の析出割合と気泡量の関係 Relationship between the Precipitation Rate of White Precipitates Formed in Concrete Agricultural Open Channels and the Amount of Air Voids

○甲斐 千裕*、兵頭 正浩**、緒方 英彦***
○KAI Chihiro , Hyodo Masahiro and Ogata Hidehiko

1. はじめに

日本の農業用排水路は総延長 40 万 km 以上に及び、全国に整備されている。既往研究¹⁾では、コンクリート製農業用開水路の気泡やひび割れ部分にエトリングait (3CaO・Al₂O₃・3CaSO₄・32H₂O) を含む白色析出物が確認されたが、この報告以外で開水路内部の白色析出物を言及したものはない。この報告以降、著者らは、北海道、新潟県、鳥取県、宮崎県の現場打ちコンクリートの農業用開水路を調査し、全ての開水路で白色析出物が生成していることを確認した。既往研究では、この白色析出物の生成要因として中性化と乾湿繰返しが推察されている。一方、コンクリート中の気泡やひび割れなどの空隙構造は中性化や乾湿繰返しを促進すると考えられるが、空隙量と白色析出物の析出量の関係は未解明である。そこで本研究では、中性化および乾湿繰返しに影響するコンクリート内部の気泡量に着目し、福島県、岐阜県、大分県の農業用コンクリート製開水路のコアを対象に白色析出物の析出割合を評価した。供用環境による析出状況の違いや析出傾向を考察するため、コア全体の気泡量と析出割合を比較した。また、各コアの析出傾向を詳細に分析するため、コアを 10mm ごとの層に分け、各層の析出割合を比較した。

2. 試験概要

2. 試験概要

2.1 調査対象地域と採取コア

環境要因が白色析出物の析出量に与える影響を明らかにするため、積雪寒冷特別地域における道路交通の確保に関する特別措置法に則り、寒冷地域の福島県と岐阜県、その他地域の大分県を選定した。対象としたコンクリート開水路はいずれも現場打ちで、それぞれ供用中である。なお、福島県、岐阜県の開水路は、灌漑期には通水環境下にあるが非灌漑期には融雪水や雨水のみが流れる環境にある。一方、大分県の開水路は、一年を通して通水環境にある。いずれの開水路も施工されて 40 年以上経過している。コアの採取場所は、水中部に比べ乾湿繰返しの頻度が多い側壁の気中部とし、外径 φ 80mm のコアビットで貫通コアを採取した。各コアの中性化深さ、JIS A 1152 で測定した。結果を表 1 に示す。福島県と大分県のコアは、水路背面で中性化が進行しており、岐阜県のコアは水路表面において中性化が進行していた。

表 1 中性化深さ

調査対象	水路表面側	水路背面側
福島県	1.0mm	6.0mm
岐阜県	5.5mm	0.0mm
大分県	0.5mm	3.0mm

2.2 評価項目

* 鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科国際乾燥地科学専攻 Department of Dryland Science Graduate school of Sustainability Science, Tottori university **鳥取大学農学部生命環境農学科 Department of Agricultural Life and Environmental Sciences, Tottori university ***鳥取大学大学院連合農学研究科 The united graduates school of Agricultural Sciences, Tottori university

キーワード：白色析出物，開水路，気泡量

コアの分析面に対する気泡面積と、全気泡に対する白色析出物が見られる気泡数を画像解析より評価した。コアの分析面に占める気泡の面積を pixel 数で表し、割合を出した。また、水路表面側から 10mm ごとに分け、目視確認が可能となる 150 μ m 以上の気泡数および白色析出物が見られる気泡数を計測した。

3. 結果と考察

各コアにおける分析面に占める気泡面積の割合を表 2 に示し、白色析出物の析出割合を表 3 に示す。表 3 より、すべてのコアにおいて、全気泡の 28.6~40.5% の気泡に白色析出物が確認された。また、表 2 と表 3 より、福島県と岐阜県の結果を比較すると、気泡面積の割合に応じて析出割合も高い。既往研究²⁾では透気係数は空隙率に比例して増加すると述べられている。つまり、気泡個数が多く、気泡径が大きいと透気係数が高くなり、コンクリート内部への CO₂ の侵入や内部の水分の蒸発が容易になったと考えられる。

福島県と岐阜県におけるコアの各層での白色析出物の析出割合を図 1 に示す。白色析出物は全ての層で確認されたが、福島県のコアでは 30mm および 110mm の層で析出割合が高く、中心部では低い傾向が見られた。岐阜県のコアでも同様の傾向が見られた。これは、表面側では、灌漑水や雨水による水分供給と外気からの CO₂ 供給を受け、背面側では土壌からの水分供給および微生物活動や土壌中の CO₂ の影響を受けるが、中心部には水分や CO₂ が侵入しにくいことが理由として考えられる。

4. まとめ

異なる供用環境の農業用開水路のコアを用いて気泡に着目し、白色析出物の析出割合を評価した。結果、全気泡の 28.6~40.5% の気泡で白色析出物が確認され、気泡が多くなるとその析出割合も増加した。また、すべての層で白色析出物が見られ、特に表面側と背面側で割合が高かった。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金「積雪寒冷地における大型農業水利構造物のプレキャスト化の実現に向けた基盤研究」（課題番号：23H02328、代表：緒方英彦）の助成を受けて実施した。

参考文献：1) 緒方ら (2020)：寒冷地で長期供用された開水路コンクリートの気泡およびひび割れ中の析出物に関する一考察，コンクリート工学論文集，31，pp.23-32 2) 河野ら(1999)、乾燥によるコンクリートの透気係数の変化に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.21、No.2

表 2 各コアの気泡面積の割合

調査対象	断面全体 (pixels)	気泡面積 (pixels)	割合 (%)
福島県	4.0 \times 10 ⁶	7.7 \times 10 ⁴	1.94
岐阜県	4.0 \times 10 ⁶	3.3 \times 10 ⁴	0.83
大分県	4.0 \times 10 ⁶	8.1 \times 10 ³	0.20

表 3 各コアの白色析出物の析出割合

調査対象	全気泡数	白色析出物が見られる気泡数	析出割合 (%)
福島県	624 個	253 個	40.5
岐阜県	360 個	103 個	28.6
大分県	37 個	11 個	29.6

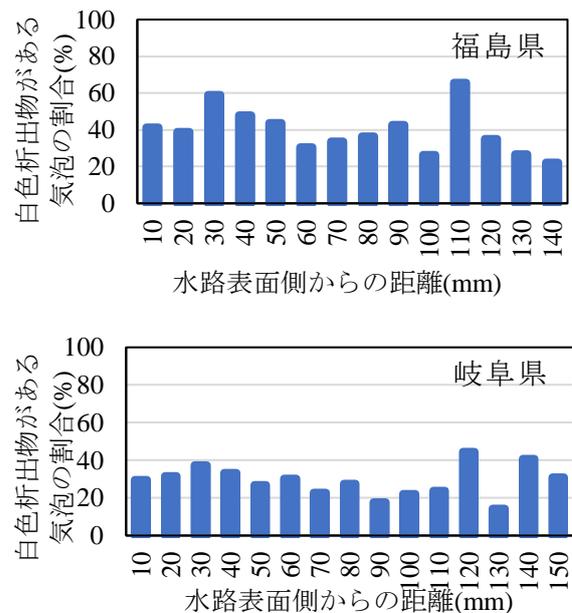


図 1 各層の白色析出物の析出割合