

コンクリート水路における石灰石粗骨材の溶脱に関する基礎的研究

宮城大学食産業学部 学生会員 ○南條真季
東北農政局 非会員 金平修祐
宮城大学食産業学部 正会員 北辻政文

1. はじめに

わが国の農業関連施設の維持管理・補修は、安定的な農業を営む上で極めて重要な取り組みである。その中でも、40万kmに及ぶ農業用水路の維持管理・補修には、労力、費用および高い技術力を要する。このため、農林水産省では「農業水利施設ストックマネジメントマニュアル」¹⁾を作成、講習会などによる技術的支援を行っている。

一方、石灰石粗骨材を用いたコンクリート製の水路において、モルタル部分の剥離より先に粗骨材が溶脱し、多数のクレーター状のくぼみができる劣化が発生している。これは、マニュアルに記載されていない極めて特異で重度の劣化である。石灰石骨材は乾燥収縮が起きにくい骨材²⁾であり、コンクリート用骨材としての需要が増加している。特に東北地方では、阿武隈山系の骨材がASRを起こす可能性が高いことから北上山系を中心とした石灰石骨材は貴重な資源という。本研究の目的は、石灰石粗骨材の溶脱現象のメカニズムを明らかにすることである。具体的には、実際に粗骨材が溶脱している現場を調査し、そこから石灰石粗骨材の溶脱原因解明に向けた実験を行った。

2. 調査および試験概要

今回現場調査を行った場所は、青森県県営地区早川幹線用水路、岩手県盛岡幹線12号水路、宮城県鳴瀬川地区上川原幹線用水路、宮城県国営迫川地区伊豆野幹線用水路の4ヶ所である。石灰石粗骨材の溶脱現象を定量化するために、石灰石粗骨材が溶脱している部分の深さをノギスを用いて計測した。また、伊豆野幹線用水路では、リバウンドハンマを使用し、圧縮強度試験（JIS 1155）を行った。さらに、岐阜県で産出された石灰石粗骨材をLS1、青森県で産出されたものをLS2、比較として一般的な粗骨材である安山岩骨材をAとして石灰石粗骨材の成分分析および溶解試験を行った。溶解試験は、3種類の粗骨材を300μm以下の粉末状にし、それぞれ水温20℃の蒸留水500mlに5g入れ攪拌し、カルシウムイオンの溶解量を測定した。



図-1 調査箇所

3. 結果および考察

(1) 現場調査結果

早川幹線用水路の状況を写真1、2に示す。ここでは、石灰石粗骨材の溶脱しているくぼみの深さが最大で12.65mmであった。また、一般的なサンドブラストによるモルタル摩耗による粗骨材の露出も確認された。さらに、プレキャストコンクリートのみならず、現場打ちコンクリートにも同様な現象が認められた。

盛岡幹線12号水路の状況を写真3に示す。ここでは、くぼみの深さが最大で8.65mmであった。また、下層で白華現象が確認された。

上川原幹線用水路の状況を写真4に示す。ここは、2003年に補修を行っていたため、石灰石粗骨材の溶脱は見られたものの、くぼみの深さが



写真1, 2 早川幹線用水路



写真-3 盛岡幹線 12 号水路



写真-4 上川原幹線用水路



写真-5, 6 伊豆野幹線用水路

数ミリ程度と軽度であった。

伊豆野幹線用水路の状況を写真 5, 6 に示す。ここでは、劣化の程度が湛水状態により 3 層に分かれ、下層に行くほど劣化が進行していた。くぼみの深さは、最大で 24.13mm であり、表面の粗骨材は全てが無くなっていた。リバウンドハンマによる圧縮試験結果を図-2 に示す。この試験では劣化の状況によって 3 層に分け試験を行った。常に湛水状態である最下層では、 0.11N/mm^2 と、健全部に比べると $1/300$ の強度であった。

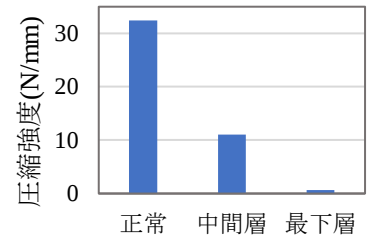


図-2 非破壊圧縮試験

(2) 成分分析および Ca 溶解量の測定結果

石灰石粗骨材の成分分析の結果を表-1 に示す。岐阜県で産出された石灰石粗骨材を LS1, 青森県で産出されたものを LS2, 比較として一般的な粗骨材である安山岩骨材を A として成分分析を行った。LS1, LS2 ともに、炭酸カルシウムが 90%以上含んでおり、不純物が少なく、高純度の石灰石であることが確認できた。また、カルシウム量は、いずれも A の 3 倍の量であり、炭酸カルシウムが多く含んであることが確認できた。

石灰石粗骨材の溶脱試験結果を図-3 に示す。石灰石粗骨材である LS1, LS2 は A の粗骨材に比べ、カルシウムイオン量が多く溶脱していることが分かる。このことから、石灰石に含まれるカルシウム分が水に溶解することで、石灰石粗骨材が溶脱していることが改めて確認された。

今後は、石灰石粗骨材が溶脱しているコンクリート用水路を流れる水の成分分析や、実験室における促進実験を行う予定である。

表-1 粗骨材成分分析結果

成分名	分析値(mass%)		
	LS1	LS2	A
N	3.05	2.24	0.914
Na ₂ O	0.0782	0.0469	3.11
MgO	2.66	0.995	2.53
Al ₂ O ₃	0.557	0.4959	12.7
SiO ₂	2.17	0.669	37.5
P ₂ O ₅	0.255	0.0324	0.269
SO ₃	0.0393	0.0433	0.371
K ₂ O	0.0506	0.021	0.597
CaO	90.0	94.2	30.9
Cr ₂ O ₃	0.0243	0.0599	0
MnO	0.128	0.0292	0.196
Fe ₂ O ₃	0.871	1.03	10.2
ZnO	0.011	0	0.0151

参考文献

- 1) 農林水産省(2017): 農業水利施設のストックマネジメント
<http://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/>
- 2) 小山田哲也ら(2010): コンクリートの乾燥収縮に対する石灰石粗骨材の有効性, コンクリート工学年次集 PP,359-364

キーワード 石灰石 幹線用水路 溶脱 カルシウム

連絡先

宮城大学食産業学部環境システム学科 建設環境材料学研究室
〒982-0215 宮城県仙台市太白区旗立二丁目 2 番 1 号
Tel 022-245-1426

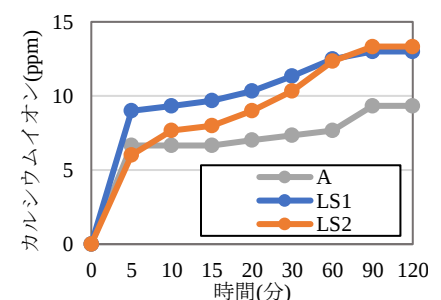


図-3 粗骨材の溶脱試験結果