

# コンクリート水路の耐摩耗性に関する研究と今後の展望

## Study on abrasion resistance of concrete canal and its future scope

○上野和広\*, 長束勇\*\*, 石井将幸\*\*

UENO Kazuhiro\*, NATSUKA Isamu\*\* and ISHII Masayuki\*\*

### 1. はじめに

農業用水路は、建設後ほとんどの期間を水と接した状態で供用されるため、水路特有の変状である流水に起因する摩耗を生じる<sup>1)</sup>。コンクリート水路における摩耗は、部材断面の減少および粗度係数の悪化を招き、さらにRC水路の場合にはかぶりの減少を生じることから、近年性能面からの研究が進められるようになってきた<sup>2)</sup>。しかし、コンクリート水路における摩耗機構の解明や摩耗の進行に伴い生じる諸問題の定量的評価は未だなされておらず、耐摩耗性の評価手法や摩耗の進行予測方法も開発されるに至っていない。

本報告は、現在までに実施した摩耗試験の結果を踏まえて、コンクリート水路の摩耗に関する研究の論点整理を目的とする。

### 2. 摩耗の進行によって生じる問題点

摩耗の進行に伴う諸問題に関する定量的評価は未だ行われていない。本項では、磨耗試験の結果からその実現へ向けた方向性について述べる。珪砂を水中で攪拌した状態で噴射する機能を有した選択的摩耗試験機によって摩耗作用を供試体（香川県下のコンクリート水路から採取）に与え、コンクリート水路の摩耗部に見られる表面の凹凸状態を擬似した。摩耗面における最大摩耗深さと表面粗度の関係を図-1に示す。なお、表面粗度とは供試体表面の凹凸をなぞった距離を測点間の直線距離で除した値である。完全な平滑面では1.00を示し、凹凸の程度が激しいほど大きな値を示す。図-1を見ると、最大摩耗深さの増加に

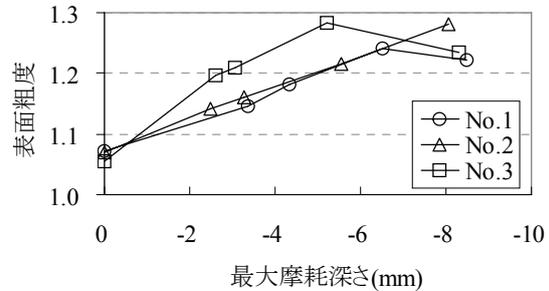


図-1 表面粗度の経時変化  
Progress of surface roughness

伴って表面粗度は大きくなる傾向にあり、それによる粗度係数の悪化が考えられる。しかし、最大摩耗深さが5~9mm程度の範囲においては表面粗度が小さくなる場合も確認できる。これは、ある程度まで摩耗が進行した場合、粗骨材の抜け落ちが生じて表面粗度の悪化が抑えられるためだと考えられる。すなわち、コンクリート水路における摩耗の進行によって表面粗度の悪化が生じても、ある摩耗深さに達した以降は、それ以上悪化しない可能性を示唆している。そのため、最終的に至る表面粗度が用水の流下に支障をきたさなければ、摩耗による表面粗度の悪化は機能上問題にならない場合もあると考えられる。なお、摩耗面の凹凸パラメータと粗度係数の関係に関しては、現在研究が進められている<sup>3)</sup>。

一方、部材断面やかぶりの減少については、摩耗深さが指標になると考えられる。しかし、摩耗深さの進行はモルタル部の品質や供用条件に大きく左右されるため、磨耗試験のみで一概に判断することはできない。そのため、コンクリートの諸特性と耐摩耗性の関係を明

\*鳥取大学大学院連合農学研究科, United Graduate school of Agricultural Science, Tottori University,

\*\*島根大学生物資源科学部, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University,

キーワード: コンクリート水路, 摩耗, 表面粗度

らかにした上で判断する必要がある。

### 3. 耐摩耗性の評価手法

現在、耐摩耗性の評価手法として広く用いられている試験にテーバー式摩耗試験がある。これは、研磨材である摩耗輪を回転する供試体に押付ける試験であり、試験後の摩耗面は均一に摩耗される。しかし、コンクリート水路における摩耗面は激しく凹凸状であり、テーバー式摩耗試験による摩耗形態とは明らかに異なっている。そのため、テーバー式摩耗試験でコンクリート水路における摩耗を適切に評価できているとは限らない。そこで、テーバー式摩耗試験による耐摩耗性評価の妥当性について検討を行った。

妥当性の検討には、摩耗体積比を用いた。摩耗体積比とは、各種材料の摩耗体積を JIS モルタルの摩耗体積で除して標準化した値である。選択的摩耗試験とテーバー式摩耗試験における摩耗体積比の関係を図-2 に示す。図-2 において 1:1 直線上にプロットされた場合、両試験における耐摩耗性の評価は同一となる。しかし、各材料はいずれも 1:1 直線から外れてプロットされており、両試験において異なった評価が行われることを示している。W/C:55%のコンクリートを例にとると、選択的摩耗試験では JIS モルタルに対して約 0.07 倍の摩耗体積を生じるとされるにも拘らず、テーバー式摩耗試験では JIS モルタルの約 0.24 倍の摩耗体積を生じると評価される。すなわち、テーバー式摩耗試験で W/C:55%のコンクリートを評価した場合、耐摩耗性を過小評価することになるため、テーバー式摩耗試験はコンクリート水路における摩耗の評価手法として適切でないと考えられる。

### 4. コンクリート水路における摩耗機構

コンクリート水路における摩耗は喫水線以下で生じることから、摩耗を生じさせる直接的な原因は流水および混入土砂による力学的な摩耗作用であると考えられる。しかし、間接的な原因として、コンクリート組織の変質

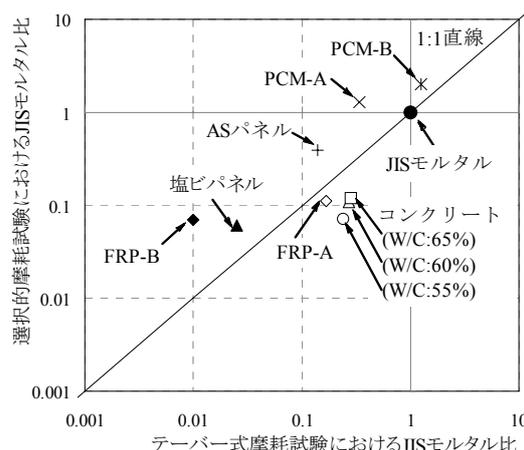


図-2 2 試験間における摩耗体積比の相違  
Difference of abrasion volume ratio in two tests

が考えられる。既往の研究によれば、水中に設置されたコンクリートではセメントペースト部からのカルシウムの溶出に伴って組織構造が脆弱化すること<sup>4)</sup>や、乾湿繰返し作用を受けた場合にセメントペースト部の組織が粗くなること<sup>5)</sup>などが明らかになっており、こうした現象が摩耗を促進させる一因となっていると考えられる。したがって、力学的な摩耗作用とセメントペースト部の変質のどちらが支配的要因であるかを明らかにし、その上で耐摩耗性の評価を行う必要がある。

### 参考文献

- 1) 長東 勇, 甲本達也, 青山成康, 野中資博, 服部九二雄: 農業水利コンクリート構造物の更新と維持管理, 農土誌 70(12), 3~6(2002)
- 2) 渡嘉敷勝, 石神暁郎, 高橋 昇, 森 充広, 増川晋, 長東 勇: ジオメンブレンを用いた農業用水路の漏水補修工法の性能評価, ジオシンセティックス論文集 第 20 巻, 171~176(2005)
- 3) 森 丈久, 森 充広, 渡嘉敷勝, 中矢哲郎: 農業水利施設の構造機能診断のための調査手法, 農土誌 76(3), 19~22(2008)
- 4) 橋本勝文, 大即信明, 松土真也, 西田孝弘: モルタルからの Ca 溶脱に伴う化学的変質および物理的変質に関する基礎的研究, コンクリートの補修, 補強, アップグレード論文報告集 第 7 巻, 361~368(2007)
- 5) 青野義道, 松下文明, 柴田純夫, 濱 幸雄: 乾湿繰返し及ばすコンクリートの耐凍害性への影響とその劣化メカニズムに関する研究, 日本建築学会構造系論文集 第 607 号, 15~22(2006)