

小規模水利施設の長寿命化を実現する手法の確立

地域環境科学科 教授

長束 勇

目 的

中山間地域に存在する小規模な水利施設、特に農業用コンクリート水路の経年劣化を生じさせる要因として、流水や流石に混入している土砂による摩耗が挙げられる。摩耗に対する農業用水路の長寿命化対策として、一般にモルタル系材料による補修が行われている。しかし、補修後に想定外の早期劣化が発生していることも見受けられ、これを防止するためには使用するモルタル系補修材料の耐摩耗性能を事前に把握しておく必要がある。

流水環境下で供用される農業用水路では、流水や混入土砂によりコンクリートの脆弱部であるモルタル部が選択的に摩耗する。この摩耗現象は選択的摩耗と呼ばれ、農業用コンクリート水路特有のものである。この選択的摩耗現象については、当大学が試作・開発した水砂噴流摩耗試験機による試験が有効とされている（農林水産省が平成 25 年 11 月に策定した「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路補修編】(案)」では、島根大学が所有する水砂噴流摩耗試験機により補修・補強材料の耐摩耗品質規格を判定すること、と明記されている）。しかしながら、補修材料の最大骨材粒径が小さいものについては顕著な選択的摩耗現象が起り難いとして、そのような補修材料の耐摩耗性の評価については、より簡便な試験法であるテーバー式摩耗試験により評価できる可能性があるとの意見もある。そこで、テーバー式摩耗試験による水砂噴流摩耗試験の代替性に関する研究を行うことを目的とした。

研究成果

補修材料に含まれる骨材の粒径を変化させた 5 種 (1.2mm 以上, 0.6~1.2mm, 0.3~0.6mm, S/C=0 : 骨材なし, JIS モルタル) の供試体を作製し、同条件の供試体を用いて水砂噴流摩耗試験とテーバー式摩耗試験を行った。それらの供試体作製条件毎の摩耗量を比較したところ、摩耗体積が大きい順に、

水砂噴流摩耗試験 : S/C=0 > 0.3~0.6mm > JIS モルタル > 0.6~1.2mm > 1.2mm 以上

テーバー式摩耗試験 : 1.2mm 以上 > 0.6~1.2mm > 0.3~0.6mm ≒ S/C=0 ≒ JIS モルタル

であった。

水砂噴流摩耗試験では、JIS モルタルも含めて (JIS モルタルに使用される標準砂の 50% 粒径は 0.8mm 程度)、骨材粒径が小さいほど摩耗体積が大きくなることを示している。水砂噴流摩耗試験においては、2MPa の珪砂混入噴流水を用いており、その摩耗因子は噴流水と砂粒子が考えられる。しかし、珪砂を用いず 2MPa の噴流水だけで試験した場合には摩耗が全く進行しないことから、摩耗因子は砂粒子の衝突である。写真-1 に示す試験後の表面状態から明らかのように、摩耗進行の初期段階ではセメントペーストが切削され骨材だけが残るものの、骨材が大きく突出 (例えば 80% 突出) した以降では骨材の抜け落ちが見られる。すなわち、その摩耗メカニズムは、①セメントペーストの摩耗、②骨材周りのセメ



写真-1 水砂噴流摩耗試験後の摩耗面の状況

ントペーストの減少，③セメントペーストの支持が受けられない骨材の脱落，と考えられる。支持が受けられなくなる骨材周辺のセメントペーストの摩耗深さを脱落深さとする，粒径の小さな骨材ほど脱落深さが浅く，早く脱落することになる。したがって，供試体に含まれる骨材が小さいほど，単位時間当たりの摩耗体積は大きくなるのである。

一方，テーバー式摩耗試験では，水砂噴流摩耗試験の結果と逆に，骨材粒径が大きいほど摩耗体積が大きくなる。写真-2は骨材粒径1.2mm以上供試体



写真-2 テーバー摩耗試験後の摩耗面の状況

のテーバー式摩耗試験後の摩耗面の状況である。摩耗面から骨材が掘り起こされてアバダ状になっていることが確認できる。すなわち，テーバー式摩耗試験の摩耗因子は，摩耗輪によるセメントペーストの切削と，切削により表面に現れた骨材の強制的な掘り起こしである。その摩耗メカニズムは，①セメントペーストの摩耗，②骨材周りのセメントペーストの減少による骨材の部分的露出，③露出部分が摩耗輪に引っ掛かることによる機械的な掘り起こしによる骨材の脱落，の過程を辿ると考えられる。したがって，骨材が部分的に露出すると，骨材粒径が大きいほど掘り起こし体積が大きいことになり，結果として，骨材粒径が大きいほど単位時間当たりの摩耗体積が大きいことになる。

社会への貢献

補修材料の耐摩耗性の評価において，簡便な試験法であるテーバー式摩耗試験により水砂噴流摩耗試験を代替できるとの考え方は誤りであることが明らかになった。農業用水利施設特有の摩耗劣化に対する評価手法の誤用を回避できることは，島根県のみならず全国的に有意義と考える。

次年度に向けた検討状況

中山間地域に存在する小規模な水利施設として，ほろ形の水路トンネルが挙げられる。この形式の水路トンネルにはスプリングラインにひび割れが数多くみられるものの，未だ適切な内面補強工法が確立されていない。その主因は，強度面に優れた補強材であっても躯体が荷重を受けると，剥離を起こすためである。そこで，有望と考えられる耐アルカリガラス繊維ネットによる補強工法の検討を開始した。

公表論文：なし

学会発表等

1. 長東 勇：小規模水利施設の長寿命化を実現する手法の確立 人口減少社会における水環境の創造 中山間地域研究センターフェア
2. 長東 勇：テーバー式摩耗試験による水砂噴流摩耗試験の代替性 平成26年度第2回水利施設機能保全研究会

受賞等：なし

外部資金：水利施設の機能保全に関する研究に対し，水利施設機能保全研究会から研究助成を受けた。