

# 流水摩耗に起因した粗骨材剥離に関する基礎的研究

## Fundamental study on coarse aggregate spalling by erosion

○上野和広\*, 景山浩樹\*\*, 土屋拓万\*\*\*, 長東勇\*\*\*

UENO Kazuhiro\*, KAGEYAMA Hiroki\*\*, TSUCHIYA Takuma\*\*\* and NATSUKA Isamu\*\*\*

### 1. はじめに

基幹的なものだけで資産価値が約 25 兆円にもものぼる既存農業水利施設の有効利用に向け、農業水利分野におけるストックマネジメントの導入が進められている。農業水利分野においてストックマネジメントを実現するには、特有の劣化現象である流水に起因した摩耗について考慮することが求められ、摩耗機構の解明、摩耗の進行に伴い生じる諸問題の定量的評価、耐摩耗性の評価手法および摩耗の進行予測手法の確立などを行う必要がある。そのため、著者らはこれら諸課題の解決に向け、流水環境下における摩耗を疑似可能な摩耗試験機の開発およびその性能評価を実施し、耐摩耗性の評価手法や摩耗の進行予測手法の確立などについて検討を行ってきた<sup>1), 2)</sup>。

農業水利施設として多数存在するコンクリート構造物へ流水による摩耗作用が与えられた場合、比較的脆弱なモルタル部分の先行した切削、粗骨材の露出、粗骨材の剥離といった過程が繰り返されて摩耗が進行する。しかし、どの程度まで粗骨材が露出した際に剥離が生じるのかは明らかになっていない。

そこで、本研究では粗骨材が剥離する際の露出割合を明らかにすることを目的とし、摩耗試験による検討を行った。

### 2. 実験方法

本研究では、摩耗の進行に伴う粗骨材の剥離を簡易的に評価するため、粗骨材の代わりに鉄球（粒径 5mm）を内包させたモルタルを

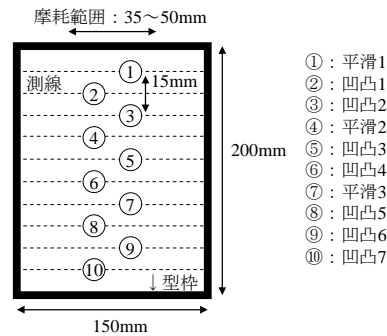


図-1 供試体および測線

Test piece and measurement line

供試体として用いた。図-1 に示すように、予め 10 個の鉄球を型枠内に設置した後、水セメント比 (W/C) 65% のモルタルを流し込むことによって供試体を作製した。なお、鉄球の表面状態の相違が剥離へ与える影響を明らかにするため、7 個の鉄球には表面を削ることで凹凸をつける処理を行った (凹凸 1~7)。

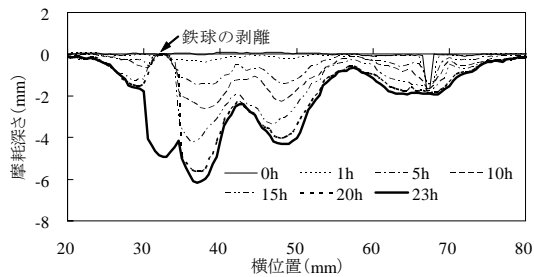
次に、摩耗試験の試験条件について述べる。本研究で用いた摩耗試験機は、水中に珪砂を混入させた状態で噴射する機能を有した水砂噴流摩耗試験機<sup>1)</sup>であり、試験機内へ投入した珪砂の量は 30 (試験機内水量: 2800)、噴射圧力は 2.0MPa とした。また、鉄球の露出割合の計測にはレーザー変位計を用いた。図-1 に示す測線上において、0.5mm 間隔で供試体表面形状の座標データを取得し、その経時変化から鉄球の露出割合を算出した。計測は摩耗試験開始前 (0h)、試験開始から 1h, 5h, 10h, 15h 後に行い、その後は鉄球の露出状況を確認しながら鉄球が剥離する前後で計測できるように実施した。

\*農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所, National Institute for Rural Engineering,

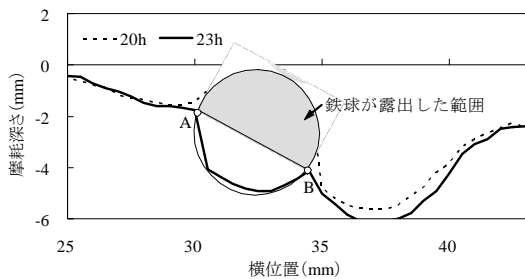
\*\*島根県庁, Shimane Prefectural Government,

\*\*\*島根大学大学院生物資源科学研究科, Graduate school of Life and Environmental Science, Shimane University,

キーワード: 摩耗, 粗骨材剥離, 露出割合



(a) 供試体表面形状の経時変化



(b) 鉄球剥離部の拡大図

図-2 摩耗による鉄球の露出  
Exposure of iron ball by erosion

### 3. 結果と考察

図-2 (a) に、供試体表面形状の経時変化の一例を示す。図-2 (a) を見ると、摩耗時間の経過に伴って供試体表面が切削され、鉄球が露出する状況を確認できる。また、試験開始 20h 後と 23h 後を比較すると、矢印で示す箇所において急激な形状変化を示しており、この間に鉄球が剥離したことを確認できる。

ここで、鉄球が剥離した際の露出割合を算出すると表-1 に示す値になる。なお、露出割合は、図-2 (b) に示すように、鉄球露出範囲の端部 (点 A および点 B) を結ぶ直線を境界とし、露出した範囲の面積を直径 5mm の円の面積 ( $19.6\text{mm}^2$ ) で除することにより求めた。また、本研究で実施した摩耗試験 85.5h の間に剥離を生じた鉄球は 7 個であった。表-1 を見ると、鉄球が剥離した時の露出割合が 76~94% であることを確認することができる。また、表面が平滑な場合と凹凸な場合とで比較すると、剥離時の露出割合に平均で 10% の差が生じており、表面が凹凸である方が剥離を生じにくいことが明らかとなった。

一方、本研究で行った実験条件について改めて考えてみると、(1) 粗骨材の代わりに用

表-1 剥離時の露出割合  
Exposure ratio at iron ball spalling

鉄球 No.	鉄球表面の状態	剥離時の露出割合
平滑 1	平滑	76%
平滑 2	平滑	84%
平滑 3	平滑	76%
平滑平均	平滑	79%
凹凸 3	凹凸	94%
凹凸 5	凹凸	91%
凹凸 6	凹凸	77%
凹凸 7	凹凸	94%
凹凸平均	凹凸	89%

いた鉄球は真球に近い形状であるため、粗骨材と比較してモルタル内での引っかかりが少ない、(2) 今回使用したモルタルの W/C は 65% であるため、水密性が要求される施設で採用される 55% 以下と比較してモルタルが鉄球を保持する能力が低い、(3) 鉄球同士を一定の距離を離して配置したため、コンクリートで想定される粗骨材同士のかみ合わせによる剥離への抵抗効果が生じない、といった点において鉄球はコンクリート内の粗骨材よりも剥離しやすい条件にあり、粗骨材が剥離を生じる露出割合は表-1 に示す値よりも大きくなると考えられる。しかし、実際の供用による摩耗は長期間をかけて進行するため、その間にカルシウムの溶脱などによるモルタル部の変質が生じる可能性があり、そうした影響についても考慮することが必要である。

### 4. まとめと今後の展開

本研究では、粗骨材の代わりに鉄球を用いた簡易的な検討を行い、粗骨材剥離が生じるおおよその露出割合を示すことができた。今後は、実際に使用される粗骨材を用いた検討およびカルシウムの溶脱などの影響を考慮した検討を行う必要がある。

#### 参考文献

- 1) 長束 勇, 上野和広, 渡嘉敷 勝, 石井将幸: 水砂噴流摩耗試験機の試作とその性能評価, 農業農村工学会論文集, 印刷中
- 2) 上野和広, 長束 勇, 石井将幸: 開発した水砂噴流摩耗試験機の促進倍率, 農業農村工学会論文集, 印刷中