

コンクリート水路における骨材露出に関する基礎研究

Fundamental study on exposed coarse aggregate of concrete channel

○ 佐藤 周之*, 緒方 英彦**, 伴 道一*, 野中 資博***
SATO Shushi*, OGATA Hidehiko**, BAN Michikazu* and NONAKA Tsuguhiro***

1. はじめに

コンクリート開水路における特徴的な変状の一つとして、写真-1に示す骨材露出がある。骨材露出は特に長期供用された水路の喫水位以下に顕著に現れる現象であり、いわゆる「老朽化」による補修・改修の一因として取り扱われる場合があることも報告されている¹⁾。骨材露出の原因としては、流水による衝撃摩耗（キャビテーション）、流水中に含まれる砂礫分による擦り磨き摩耗、セメントペースト部から流水中に溶出するカルシウムによる組織構造の脆弱化（溶脱）が主な原因として考えられてはいるが、その支配要因を特定するには至っていない。

一方、現在進められているコンクリート水路工への性能設計の導入には、性能を規定し性能診断指標との関連性を明確にすることにより、現状性能の的確な評価と将来性能の予測が必要となる。各種性能の判定を総合することにより、最適な施設・構造物の管理保全計画の策定が可能となる。

本報では、結果として生じるコンクリート水路の骨材露出に焦点を当て、骨材露出の経時的な進行をモデル化して実験的に検証する。そして、骨材露出とコンクリート水路工の劣化の関係を整理し、骨材露出が老朽化として取り扱うべき劣化度診断の性能指標となるかを検討する。

2. 検討方法の概略

コンクリート水路工における骨材露出は、常時水中にある部分で、選択的摩耗と言われるように特にモルタル部分が失われることにより顕在化する。そこで、まず水路工の側壁部を想定し、10×10×40cmの角柱供試体の10×10cmの端面を用いてコンクリートカッターで少しずつ切断し、切断した長さとその時の端面の写真を撮影した。なお、角柱供試体の粗骨材最大寸法は20mmである。



写真-1 コンクリート水路の骨材露出
Exposed coarse aggregate of concrete channel



写真-2 画像処理後の断面
Cross section of specimen after image-processing

撮影した画像に対しては、写真-2に示すように、Adobe Photoshop を用いて全断面積のピクセル数 (A_T) と、粗骨材と判断される粒径 5mm 以上の断面積のピクセル数 (A_C) を求め、以下の式より粗骨材面積率 (A) を求めた。

$$A = A_C / A_T \times 100 (\%) \cdots (1)$$

また、コンクリート表面と粗骨材間での最短距離を、角柱供試体の上面、両側面、および下面で分けて計測し、集計した。

*高知大学農学部, Faculty of Agriculture, Kochi University, **鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, 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, 劣化, 骨材露出

3. 結果と考察

コンクリート端面からの距離と粗骨材面積率の関係を図-1に示す。粗骨材面積率は、表面から20mm 付近まではほぼ直線的に増加するが、それ以上の深さになるとほぼ一定の値になることがわかる。つまり、コンクリート水路における骨材露出の程度は、表面からある程度の深さまで摩耗が進行すると一定になるといえる。また、今回の検討で使用した粗骨材の最大寸法が20mm であることから、粗骨材面積率は、使用する粗骨材の最大寸法に関係すると考えられる。以上の結果から、表面摩耗の判断基準としての粗骨材面積率（粗骨材の露出割合）は、を使用すると、摩耗が進行する初期の過程（初期摩耗）では劣化度診断のための基準とはなるが、摩耗深さが使用した粗骨材の最大寸法を超えると、骨材の露出とともに骨材の抜け落ちが生じ、結果としてほぼ一定の値になると考えられる。

粗骨材率がほぼ一定となった深さ20mm 以上の3断面において、側面、上面、下面の表面から粗骨材までの最短距離を計測して各々平均した結果を表-1に示す。粗骨材の分布は締固め方向に影響を受け、上面よりも下面のほうが粗骨材が沈降して表面からの距離が近くなることが確認できる。また、側面から粗骨材までの距離は、概ねどの断面においても4mm 強を示す。粗骨材量やスランプといった配合条件によりこの分布は変化すると考えられるが、最も重要なことは、骨材が露出し始めるまでに要するコンクリート表面の摩耗量が5mm 程度ということである。打設方法を考えると、コンクリート水路側壁は、本研究における側面に近い条件と考えられるが、脆弱と考えられるスキン層を含めて5mm 程度のモルタルが摩耗すれば骨材露出が始まることになる。この結果を踏まえ、表面摩耗とコンクリート水路の性能に関して以下に整理する。

4. 骨材露出と関連する性能指標について

骨材露出という変状は経時的に進行するため、劣化の一つに区分できる。そして、骨材露出が及ぼすコンクリート水路工の性能としては、構造性能と水理性能に大別できる。前者は骨材露出の結果として断面欠損が生じ、構造耐力が減少することであり、後者は表面粗度の劣化により通水性能が低下するこ

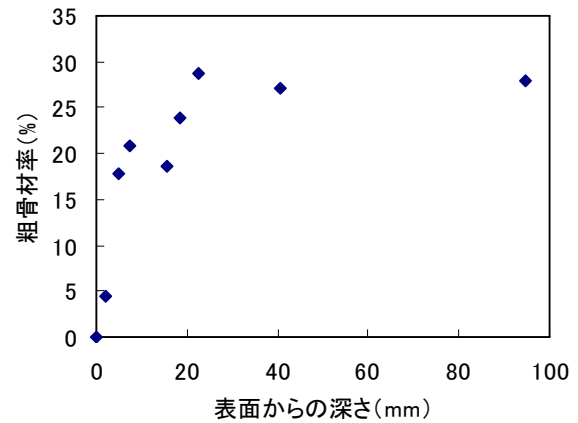


図-1 端面からの距離と粗骨材率の関係

Relationship between the distance from surface of concrete and coarse aggregate ratio

表-1 表面から粗骨材までの最短距離

Minimum distances from surface of concrete to coarse aggregates

距離	側面	上面	下面
22.5mm	4.2mm	5.9mm	1.8mm
40.7mm	4.7mm	10.2mm	3.7mm
94.5mm	4.4mm	4.6mm	3.6mm

とと考えられる。前者については、単に骨材露出の状態を平面的に定量評価したとしても、摩耗がある程度進行すると表面状態が一定になるため性能診断へと繋げることは困難である。また、骨材露出の極めて早い段階では、例えば5mm 摩耗して骨材が露出し始めたとしても、部材厚が大きければ構造耐力的には問題になりにくい。いずれにせよ、劣化度指標としてより重要なのは摩耗の進行していない健全部との比較による摩耗深さの評価と考えられる。

一方、水理性能に関するコンクリート水路表面の状態は、水理計算で用いるマニングの粗度係数を代表としており、骨材露出から粗度係数を算出できれば水理性能の評価指標となる。しかし、粗度係数は三次元的な水の動きを考慮して決定する係数であり、流速や径深、流量といった様々な要因の影響を受ける。現段階では、骨材露出の程度を三次元的に定量評価するための検討を進めているが、粗度係数の評価には水理的な実験と併せた更なる検討が必要である。

参考文献 1) 長東勇ら(2002)：農業水利コンクリート構造物の更新と維持管理, 農業土木学会誌, 70(12), pp3-6