

コンクリート製開水路の表面状態が中性化の進行におよぼす影響

Influence on surface state of concrete open channel to progress of neutralization

○ 長谷川 雄基*, 崔 萬權*, 松浦 悟**, 佐藤 周之***

HASEGAWA Yuki*, CHOI Man-kwon*, MATSUURA Satoru** and SATO Shushi***

1. はじめに

コンクリート製開水路の水中部において、摩耗により水路表面の粗さが増加することは周知の事実である。この表面粗さの増加は、一般に水路の構造耐力や水理性能の低下を引き起こすとされる。しかしながら、著者らの既往の研究では、水路の表面粗さが増加した場合でも、必ずしも水路の諸性能を低下させるとはいえないことを報告している^{1), 2)}。つまり、摩耗に起因する水路表面の表面粗さの状態を評価する際には、その状態の変化そのものではなく、表面のモルタル部分の消失により誘発される他の劣化の進行に注意を払う必要がある、といえる。

とくに、コンクリートの中性化は表面から内部に向かって進行するものであり、水路の表面状態の違いが劣化の進行に直接的に影響をおよぼすものである。これまでに、コンクリート製開水路を対象とした中性化の評価は行われてきてはいるが、水路の表面状態と中性化の進行との関係を明示した報告はない。

そこで、本研究では、長期供用されたコンクリート製開水路四躯体の側壁を対象として、水路の水中部における表面状態と中性化の進行との関係性を評価することを目的とした。

2. 調査概要

本研究で調査対象としたコンクリート製開水路は、すべて鉄筋コンクリート構造である。これらは高知県香長平野に位置しており、凍害や塩害といった他の劣化要因は考慮する必要

Table 1 調査対象としたコンクリート製開水路の供用年数と表面粗さ指標
Service period and parameters of surface roughness of concrete open channel

供用年数(年)	R_z (mm)	R_a (mm)	表面積比
40	2.67	0.47	1.035
43	4.10	0.72	1.095
44	3.27	0.55	1.063
45	3.69	0.77	1.052

がない地域を選定している。調査対象としたコンクリート製開水路の供用年数および水中部において計測した表面粗さ指標の結果を **Table 1** に示す。表面状態を定量的に評価するための指標としては、最大高さ R_z 、算術平均粗さ R_a 、表面積比に着目した。表面粗さの計測ならびに各指標の算出には、三次元画像解析ソフトウェア (Kuraves-K, 倉敷紡績株式会社) を使用した。

調査の手順としては、まず、水路側壁の水中部において表面粗さを計測した。続いて、表面粗さの計測を行った箇所をはつり、1.0%濃度のフェノールフタレイン溶液を噴霧し、中性化深さの評価を行った。このとき、側壁の気中部についても併せて中性化深さの測定を行った。

3. 結果と考察

3.1 調査対象水路の中性化深さ

すべての調査対象水路の気中部および水中部における中性化深さの測定結果を **Fig.1** に示す。気中部については、概ね供用年数の長い躯体ほど、中性化深さは大きくなった。一方、水

*愛媛大学大学院連合農学研究科, The United Graduate School of Agricultural Sciences, Ehime University, **高知大学大学院農学専攻, Graduate School of Agriculture, Kochi University, ***高知大学農学部, Faculty of Agriculture, Kochi University, キーワード: 中性化, 摩耗, 表面粗さ

中部については、供用年数と中性化の進行との間に明確な関係性は確認できない。一般に、コンクリートが水中に位置する場合（湿度 100%）は、二酸化炭素の侵入による中性化は進行しないことが明らかにされている³⁾。つまり、コンクリート製開水路の水中部における中性化は、最も一般的な二酸化炭素の侵入によるものではなく、セメントペースト部のカルシウムイオンの溶脱作用によるコンクリート内部 pH の低下によるものであることが推察された。このことについては、今後、採取コアに対する元素分析などをおして、溶脱の進行と中性化との関係性を明確化する必要がある。

3.2 コンクリートの表面状態と中性化の進行との関係性

調査対象とした水路の水中部における表面積比と中性化速度係数との関係を Fig.2 に示す。中性化速度係数は以下の式 (1) より算出した。

$$y = b\sqrt{t} \quad (1)$$

ここに、 y : 中性化深さ (mm), t : 経過時間 (年), b : 中性化速度係数 (mm/√年) である。

表面積比と中性化速度係数は非常に強い負の相関を有していることがわかる。コンクリート水路において摩耗が進行すると、モルタル部分が先行して消失する。そして、粗骨材の露出に至り、表面粗さは増加する。つまり、表面積比が大きい水路ほど、コンクリート表面からは中性化が進行したモルタルが多く消失していたため、見かけの中性化深さが小さくなった。一方、比較的 surface 積比が小さい水路においては、pH の低下が生じたモルタル部分がコンクリートの表面に多く残留していたため、中性化深さが大きくなり、中性化速度係数が比較的大きい値になったと考えられた。

4. まとめ

本研究結果より、コンクリート製開水路の水中部における中性化は二酸化炭素の侵入によるものではなく、溶脱による pH の低下が支配

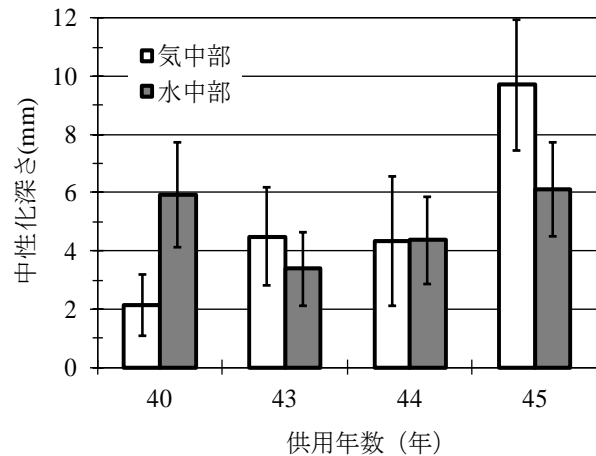


Fig.1 調査対象水路の中性化深さ
Neutralization depth of examined channel

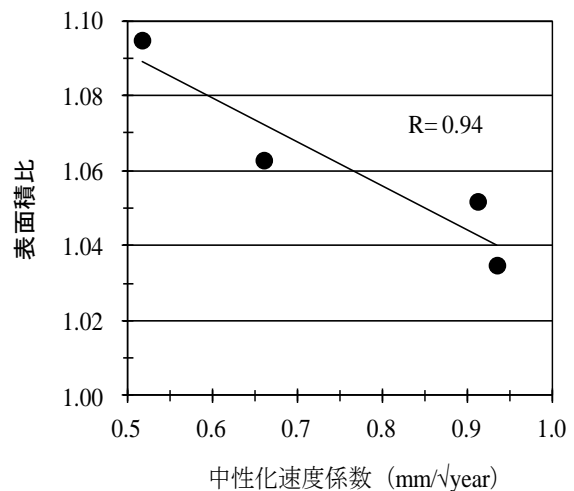


Fig.2 表面積比と中性化速度係数との関係
Relationship between ratio of surface area and coefficient of neutralization rate

的となる可能性が考えられた。また、水路の水中部における中性化速度係数と、表面粗さの定量的な指標である表面積比の間には非常に強い負の相関関係のあることが示された。

参考文献

- 1) 佐藤ほか(2008): コンクリート水路における骨材露出の評価に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, 30(1), pp. 699-704,
- 2) 長谷川ほか(2012): コンクリート水路の部材位置における摩耗状態の定量的評価に関する研究, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集 第 12 巻, pp.135-140,
- 3) 和泉意登志(2009): コンクリートの劣化と補修がわかる本 Plus, p.15