

## 長期供用された農業用水路トンネルにおける中性化の評価

### Evaluation on neutralization of irrigation canal tunnel supplied long-term period

○ 長谷川 雄基\*, 植野 寛\*\*, 佐藤 周之\*\*\*

HASEGAWA Yuki\*, UENO Hiroshi\*\* and SATO Shushi\*\*\*

#### 1. はじめに

農業用水路トンネルは、農業用水を水源施設から幹線水路に導水するための重要な役割を担っている。一般に、農業用水路トンネルは上水道や工業用水との共同利用施設となっている場合が多く、水切れができないため、機能診断の実施が難しい状況にある。上記の理由から、これまでに、供用下にある水路トンネルを対象に各種劣化の調査・報告をした例は少ない。しかしながら、老朽化が進む施設の機能保全を的確に行っていくためには、当該施設に生じる劣化の特性を正確に把握することが肝要となる。例えば、コンクリートに生じる中性化は、同一水路トンネル内においても供用環境条件によって、その進行は大きく左右されると考えられる。よって、今後のデータ蓄積を通して、水路トンネルにおける中性化の進行特性や劣化予測手法について検討していく必要がある。

本研究では、長期供用された農業用水路トンネルの中性化の評価を行った。とくに、気中部と水中部という異なる二種類の供用環境下における中性化の進行を評価した結果を示す。

#### 2. 調査の概要

##### 2.1 対象とした水路トンネルの概要

調査対象とした農業用水路トンネルは、高知県内に位置し、約 790m の総延長を有する。同水路トンネルは昭和 45 年から 49 年にかけて矢板工法で施工され、断面形は標準馬蹄形 (2r 形,  $r=1650\text{mm}$ ) である。調査では、施工年別に気中部、水中部上部 (スプリングラインに相当、

**Table 1** 採取コアの密度と圧縮強度  
Density and compressive strength of core

施工年	供用環境	密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	圧縮強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
昭和 45 年	気中	2.31	38.9
	水中-1	2.26	34.6
	水中-2	2.29	33.6
昭和 46 年	気中	2.25	36.3
	水中-1	2.26	34.9
	水中-2	2.32	14.1
昭和 47 年	気中	2.30	36.3
	水中-1	2.31	39.9
	水中-2	2.30	30.7
昭和 48 年	気中	2.32	40.0
	水中-1	2.28	35.8
	水中-2	2.28	36.9
昭和 49 年	気中	2.28	37.3
	水中-1	2.28	35.5
	水中-2	2.28	39.1

以下水中-1)、水中部下部 (以下、水中-2) において一本ずつコアを採取し、密度と圧縮強度を測定した。測定結果を **Table 1** にまとめる。全体として、測定値のばらつきはあるものの、躯体強度は健全な状態であると確認できた。

##### 2.2 中性化の評価方法

本研究では、採取コアの切片を使用して中性化の評価を行った。中性化を評価するための指示薬として、1.0%濃度のフェノールフタレイン (以下、PP) 溶液および 0.4%濃度のトロペオリン (以下、Tr) 水溶液を使用した。両指示薬

\*愛媛大学大学院連合農学研究科, The United Graduate School of Agricultural Sciences, Ehime University, \*\*山田堰井筋土地改良区, Yamadazeki-Isuzi Land Improvement District, \*\*\*高知大学農学部, Faculty of Agriculture, Kochi University, キーワード: 水路トンネル, 中性化, 中性化速度係数

の変色 pH は、各々10.0 および 12.6 である<sup>1)</sup>。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 変色深さの測定結果

PP 溶液および Tr 溶液の噴霧により得られた変色深さを Fig.1, 2 にそれぞれ示す。同図より、概ね施工後の経過年数が長いほど、変色深さは大きくなる傾向が確認できた。また、全体として気中部よりも水中部のほうが変色深さは大きい結果となった。

同一施工年および部材位置において、二種類の指示薬から得られた変色深さを比較すると、気中部ではほとんど同程度であるが、水中部では、Tr 溶液から得られた変色深さの方が大きいことが分かる。このことは、気中部と水中部においてコンクリート内部の pH 勾配に違いのあることを示唆している。著者らの既報<sup>2)</sup>を参照すると、本結果はコンクリート開水路における気中部と水中部における pH 勾配の関係性と同一の傾向を示していることが確認できた。

#### 3.2 中性化の進行の評価

中性化の進行を評価するため、PP 溶液の噴霧により得られた変色深さから、以下の式 (1) より中性化速度係数を算出した。

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

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。

結果として、すべての施工年における気中部の中性化速度係数の平均値は 0.60 mm/√年、水中-1 では 0.50 mm/√年、水中-2 では 0.85 mm/√年となった。これらの値は、一般の土木構造物およびコンクリート開水路の調査結果<sup>3)</sup>と比較して小さいことから、本調査で対象とした水路トンネルにおける中性化の進行は、非常に緩やかなものであると推察された。

### 4. まとめ

本調査対象の農業用水路トンネルでは、概ね施工後の経過年数が長いほど中性化は進行していた。加えて、中性化の進行は気中部と水中

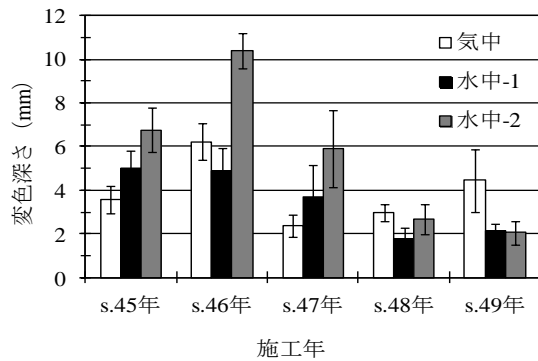


Fig.1 PP 溶液の噴霧による変色深さ  
Discolored depth gotten from using PP solution

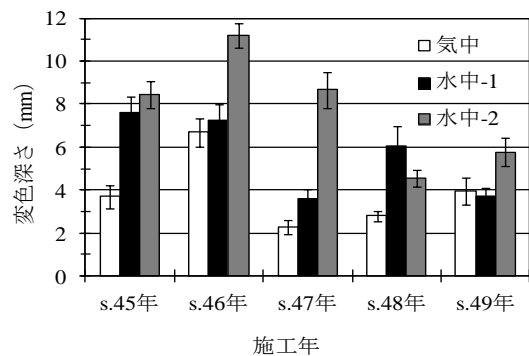


Fig.2 Tr 溶液の噴霧による変色深さ  
Discolored depth gotten from using Tr solution

部で異なることが確認できた。とくに、水中部の方が中性化の進行が早いこと、気中部と水中部における内部 pH 勾配の違いはコンクリート開水路と同様の傾向を示すこと、が確認できた。また、本水路トンネルの中性化の進行は緩やかなものであると推察された。

**謝辞:** コアの採取に当たり、株式会社四国パイプクリナーの代表取締役である玉置大輔氏には多大なるご協力を賜った。記して深謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1)Choi ほか(2013) : A Study on Evaluation Method of pH in Concrete Applying Multiple Indicators, 農業農村工学会論文集, 81(2), pp.49-56, 2)長谷川ら(2013) : 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, 平成 25 年度大会講演会, pp.728-729, 3)Choi et al.(2012) : Evaluation and Prediction Method on Neutralization of Supplied Long-term Hydraulic Concrete Structure, International journal of GEOMAT, 3(1・2), pp.402-406