

## 表面気泡の生じたトンネル覆工コンクリート側壁部における透気係数

山口大学大学院 学生会員 ○平野 正幸  
 五洋建設株式会社 正会員 前田 智之・本間 宏記  
 岐阜工業株式会社 正会員 稲川 雪久  
 山口大学大学院 正会員 吉武 勇

### 1. 目的

覆工コンクリートの側壁部は、打設時に表面気泡が発生・残存しやすく、かつ点検通路の目線位置に生じることから目立ちやすい。このため、表面気泡の有無は覆工コンクリートの仕上りの表面品質（美観性）の評価に与える影響が大きいことが、既往の研究<sup>1)</sup>で指摘されている。表面気泡の発生を抑制できる透水性型枠を使用することで、コンクリート表層部の密実性が向上できると予想されるが、表面気泡量と密実性の関係は不明な点も多い。そこで本研究では、透水性型枠の使用の有無をパラメータとした2本のトンネルの覆工コンクリート側壁部を対象に、表面気泡面積率および密実性の指標となる透気係数を測定することで、表面気泡量とコンクリートの透気係数の関係を調査した。

### 2. 試験概要

#### 2. 1パラメータおよびコンクリート配合

対象トンネル構造物のパラメータを表-1に、コンクリート配合を表-2に示す。Aトンネルの側壁部は透水性型枠を使用して施工を行った。使用した透水性型枠は、排水性の向上を目的とする幅2mm、深さ2mmの三角形の溝加工を施した鋼製型枠に、透水シートを装着したものである。比較対象としたBトンネルは、一般的な鋼製の型枠を用いて施工したものである。

#### 2. 2 試験方法

本研究では、表-1に示す各ブロックの側壁部を対象にデジタルカメラを用いた撮影を行い、画像解析により表面気泡の定量評価<sup>2)</sup>を行った。解像度は測定No.1~6が1280×800ピクセル(評価領域:約48×30cm)、No.7~9が710×720ピクセル(評価領域:約27×27cm)、No.10~17が1280×960ピクセル(評価領域:約48×36cm)である。解析の過程でモノクロ化した画像の例を

表-1 トンネル構造物のパラメータ

測定 No.	トンネル名称	測定箇所	使用型枠
1	Aトンネル	1BL	透水性
2	Aトンネル	2BL	透水性
3	Aトンネル	3BL	透水性
4	Aトンネル	4BL	透水性
5	Aトンネル	5BL	透水性
6	Aトンネル	6BL	透水性
7	Aトンネル	2BL	鋼製
8	Aトンネル	5BL	鋼製
9	Aトンネル	6BL	鋼製
10	Bトンネル	2BL	鋼製
11	Bトンネル	2BL	鋼製
12	Bトンネル	14BL	鋼製
13	Bトンネル	14BL	鋼製
14	Bトンネル	26BL	鋼製
15	Bトンネル	26BL	鋼製
16	Bトンネル	36BL	鋼製
17	Bトンネル	36BL	鋼製

表-2 コンクリート配合

トンネル名称	コンクリート種別	W/C (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					備考
			W	C	S	G	WRA	
Aトンネル	18-15-20N	48.6	175	360	900	864	3.60	1~4BL
	24-15-20BB	56.5	167	296	814	1021	3.14	5, 6BL
Bトンネル	24-15-20BB	56.5	167	296	814	1021	3.14	

キーワード トンネル覆工コンクリート, 表面気泡, 透気係数, 透水性型枠

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 TEL0836-85-9306

写真-1 に示す．表面気泡部分の画素（ピクセル）数を全評価領域の画素数で除したものを表面気泡面積率（%）として評価した．また，コンクリート表層部の密実性を評価するため，各ブロックの側壁部を対象に Torrent 法による表層透気試験<sup>3)</sup>も併せて実施した．1つのブロックにつき3箇所の透気係数を測定し，その平均値を測定ブロックの透気係数とした．

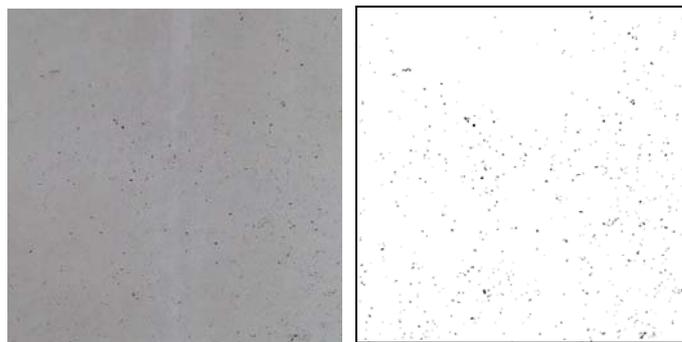


写真-1 モノクロ化画像

### 3. 結果および考察

Torrent 法による透気係数の評価基準<sup>4)</sup>を表-3に、表面気泡面積率と透気係数の関係を図-1に示す．図-1において、各型枠素材を使用した場合の透気係数の評価基準に着目すると、透水性型枠を使用した場合「良」～「一般」の範囲にあることが確認できる．一方、鋼製型枠を使用したBトンネルの評価は概ね「一般」であり、透水性型枠を使用した場合の方が、より密実な表面品質のコンクリートを作製できると推察される．また、Bトンネルと同様の鋼製型枠を使用した場合であってもAトンネルでは、表面気泡面積率および透気係数ともにばらつきが大きく、「劣」の評価もみられる．透気係数と表面気泡面積率の関係性に着目すると、透水性型枠を使用した場合、表面気泡面積率の増加に伴い、概ね透気係数も増加する傾向が確認できる．このことから、透水性型枠を使用した場合、表面気泡面積率と透気係数は正の相関関係であることが分かる．鋼製型枠を使用した場合では、表面気泡面積率と透気係数に相関性が確認できないことから、透水性型枠の使用が、表面気泡面積率と透気係数の相関性には高い影響を示すものと考えられる．

表-3 透気係数の評価基準

品質	優	良	一般	劣	極劣
透気係数 (10 <sup>-16</sup> m <sup>2</sup> )	< 0.01	0.01 ～ 0.1	0.1 ～ 1.0	1.0 ～ 10	> 10

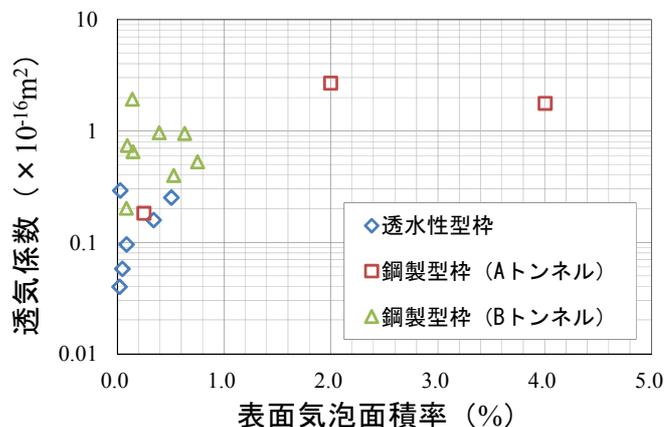


図-1 表面気泡面積率と透気係数

### 4. おわりに

- (1) 透水性型枠を使用することで、表面気泡面積率が小さくなるとともに、コンクリート表層における透気係数が小さくなるなど、密実な覆工コンクリート施工に寄与できる。
- (2) 透水性型枠を使用することで、表面気泡面積率と透気係数には正の相関性がみられた．一方、鋼製型枠を使用した場合、表面気泡面積率と透気係数間に有意な相関性はみられなかった．

### 参考文献

- 1) 掛樋雅人ほか：AHP を用いたアンケートによるトンネル覆工コンクリートの美観性調査，土木学会第 67 回年次学術講演会，VI-013，pp.25-26，2012
- 2) 平野正幸ほか：トンネル覆工コンクリートの側壁に生じる表面気泡量の評価に関する基礎研究，セメント・コンクリート論文集，No.67，pp.252-258，2014
- 3) Torrent, R. :A Two-chamber Vacuum Cell for Measuring the Coefficient of Permeability to Air of the Concrete Cover on Site, *Materials and Structures*, Vol.25, No.6, pp.358-365, 1992.
- 4) Torrent, R. , *et al.* :Non-destructive Methods to Measure Gas-permeability, *Non Destructive Evaluation of the Penetrability and Thickness of the Concrete Cover*, RILEM Report 40, pp.45-51, 2007.