

V-214 吹付コンクリートの水密性に関する実験的考察

飛島建設株式会社 技術研究所 正会員 ○平間 昭信
技術研究所 正会員 辻子 雅則
相馬 達夫

1. はじめに

吹付コンクリートがトンネルの支保部材として使用される例は年々増加しており、近年、土木学会トンネル標準示方書（山岳編）に標準工法としてNATM工法が制定されるまでに至っている。

最近では施工実績の増加とともに、一次覆工支保部材としての利用にとどまらず、吹付コンクリートを一般のコンクリートと同様に、永久構造材料（二次覆工コンクリート）として使用しようとする傾向にある。このような現状であるため、吹付コンクリートの耐久性等の基礎物性の把握が要求されている。

本報告では吹付コンクリートの基礎物性のひとつである水密性について報告する。

2. 試験概要

試験は材令28日において、インプット外圧法によって行い、拡散係数 B_i^2 を算出した。

配合条件を表-1に、試験条件を表-2に示す。

3. 試験結果及び考察

各コンクリートの拡散係数の試験結果を表-3に、水セメント比と拡散係数の関係を図-1に示す。

① 吹付コンクリートと普通コンクリートの水密性

一般にコンクリートの拡散係数は同一水セメント比において、最大粗骨材寸法が大きいほど大きくなるとされている。これは、ブリージングにより骨材下面にできる空隙の状態に大きく影響されるためである。吹付コンクリートの最大粗骨材寸法は15mmであるため普通コンクリートに比べ、拡散係数は小さいと考えられる。さらに吹付コンクリートは急結剤的作用により、吹付け直後にコンクリートは瞬結するためほとんどブリージングが発生しない。

これらのことより、拡散係数は、普通コンクリート (G 40) > 普通コンクリート (G 25) > 吹付コンクリート (G 15) の関係になると推測される。

しかし、拡散係数の試験結果では、吹付コンクリート (G 15) > 普通コンクリート (G 40) > 普通コンクリート (G 25) の関係となっている。

このような傾向となったのは、次のような要因によるためと考えられる。

吹付コンクリートは圧縮空気によって吹付けられるため、エアの巻き込みがある。急結剤を添加しない

表-1 配合条件

種 別 項 目	普通コンクリート		吹付コンクリート		
	G-25	G-40	S-1	S-2	S-3
骨材最大寸法 (mm)	25	40	15		
水セメント比 (%)	60.3	64.4	51.2	58.6	65.7
細骨材率 (%)	46	45	60	60	60
単位セメント量 (kg/m ³)	315	295	360	360	360
急結剤	無		粉体急結剤添加 (C-7%)		

表-2 試験条件

種 別 項 目	普通コンクリート	吹付コンクリート
	中空円筒形 $\Phi 150 \times 300$ mm	
供試体形状	中空円筒形	
供試体作成	透水用型枠により作成	湿式吹付け方法によるコア採取
養生	標準水中養生とし、試験開始の約48時間前より乾燥を行った。	

表-3 試験結果

種 別		項 目	拡 散 係 数 B_i^2		
			測定 値 (kgf/cm ²)	平 均 値 (kgf/cm ²)	変動係数 (%)
普通コンクリート	G-25	13.9×10 ⁻⁴	18.4×10 ⁻⁴	19.2	347
		22.5×10 ⁻⁴			
		18.7×10 ⁻⁴			
	G-40	29.8×10 ⁻⁴	29.2×10 ⁻⁴	14.2	302
		34.0×10 ⁻⁴			
		23.9×10 ⁻⁴			
吹付コンクリート	S-1	19.1×10 ⁻⁴	20.2×10 ⁻⁴	12.3	332
		23.6×10 ⁻⁴			
		17.8×10 ⁻⁴			
	S-2	24.7×10 ⁻⁴	24.7×10 ⁻⁴	0.0	282
		24.7×10 ⁻⁴			
		—			
	S-3	32.6×10 ⁻⁴	33.7×10 ⁻⁴	10.7	238
		38.5×10 ⁻⁴			
		29.9×10 ⁻⁴			

吹付コンクリートの空気量測定では、吹付け前のコンクリートの空気量より約1%増加することがわかった。また、硬化した吹付コンクリートの顕微鏡観察から、吹付行為によって空気量は0.5～1.0%増加している結果も得ている。

次に、急結剤添加と無添加の吹付コンクリートの圧縮強度特性においては、急結剤を添加した吹付コンクリートの方が初期における強度増進は大きい、材令7日以降については無添加の吹付コンクリートの方が強度増進は大きい。このことは、急結剤が長期圧縮強度に影響を及ぼしていると考えられる。これと同じようなことが吹付コンクリートの水密性についてあるのではないかと考えられる。（図-2）

以上、二点の要因が吹付コンクリートの水密性に大きく影響していると考えられる。

また、吹付コンクリートの採取はコア供試体採取であり、そのため、水密性の高いセメントペーストの覆っている型枠採取に比べ拡散係数は、若干大きい傾向にあると考えられる。

② 水セメント比と拡散係数との関係

図-1に示される様に吹付コンクリートの水セメント比と拡散係数の関係は、普通コンクリートと同様に、水セメント比を小さくすることによって水密性は向上する傾向にある。しかし、この傾向は普通コンクリートに比べ小さいものとなっている。これは、吹付コンクリートは、吹付けという行為によるエアの巻き込みが避けられないためである。

従って吹付コンクリートにおいては、低い水セメント比にしたとしても普通コンクリートほどの水密性は望めないと考えられる。

4. まとめ

① 吹付コンクリートの水密性は、普通コンクリートに比べ極めて劣っていると思われるが、今回の実験結果においてはそれほど劣るものではないことがわかった。吹付コンクリートにおいては、その性質上急結剤の影響、及び吹付け時のエアの巻き込み等の不利な点もいくつかあるが、瞬結によってブリージングがおさえられるなどの有利な点も有していることからこのような結果になったと思われる。

② 吹付コンクリートの性質上、急結剤の影響、及び吹付け時のエアの巻き込みが避けられないため、水セメント比を小さくしたとしても普通コンクリートほどの水密性は望めない。従って、水密コンクリートのように高い水密性を要求にされる場合においては検討の余地があると思われる。

5. おわりに

吹付コンクリートは、工法の特長より品質の変動が大きくなりやすいため、水密性を大きく低下させる巣などができないよう施工において充分な配慮が必要である。

吹付コンクリートの特殊性から室内実験が困難なためデータが少なく、今後も継続したいと思っている。

* 参考文献 吹付けコンクリートの諸性質に関する基礎研究 村田 二郎 セメント技術年報 XX I
コンクリートの透水試験方法の一提案 村田 二郎 セメント・コンクリート No.166 1960

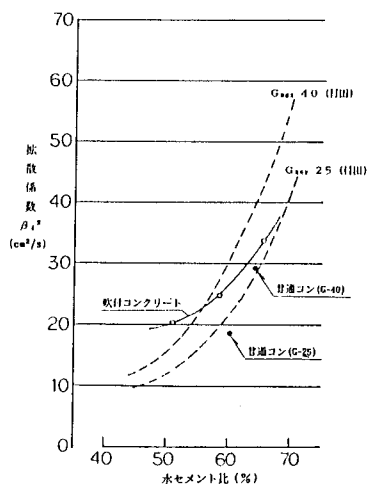


図-1 水セメント比と拡散係数の関係

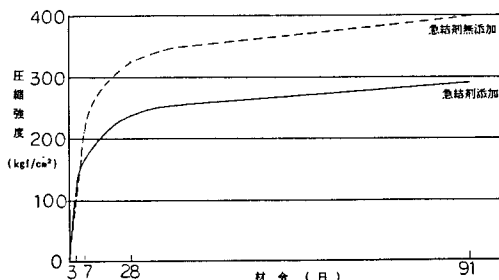


図-2 吹付コンクリートの材令と圧縮強度の関係