

コンクリート打込み時の充填圧力がコンクリートの品質に与える影響

前田建設工業株式会社

正会員

○太田 健司

正会員

白根 勇二

正会員

羽根田 隆

正会員

原 秀利

正会員

金子 和己

1. はじめに

トンネルの覆工コンクリートにおける品質向上を目的として、覆工コンクリートの新たな打込み管理方法であるクラウン部密充填ライニングシステム(以下、HDL 工法)を開発した¹⁾。HDL 工法の特徴として、天端部にスライド式型枠を設置し、型枠の天端までコンクリートを打設した後、天端部の打込み口から充填圧入しながら型枠を引き抜く工法である。スライド式型枠を設置し、打込み口を増設することで打込み位置により配管を切り替えることができる。これにより、天端部コンクリート打込み時の充填圧力を高くすることができ、縦断方向に対する圧力勾配も平準化することが可能となる。コンクリート打込み時の充填圧力が品質に与える効果を検証する目的で模型試験を実施した。本稿では、実施した模型試験の結果について報告する。

2. 模型試験の概要

模型試験に用いた模擬躯体の形状および試験体の採取位置、想定圧力を図-1 に示す。壁状の模擬躯体(無筋)を作製し、模擬躯体からコア供試体を採取して各種試験を実施した。このとき、模擬躯体打込み時のコンクリートの自重による高さ方向の圧力分布を HDL 工法の充填圧と同等と仮定した。コンクリートの単位重量を 23.5kN/m^3 として、計算により算出した理論圧力(≒想定圧力)と試験体の採取箇所の関係は図-1 に示す通りである。なお、コンクリートの打込みは、1 層当り 45cm の打込み高さとし、高周波バイブレータ(φ43×300mm)により適切に締固めを実施した。模擬躯体は打込み後から材齢 7 日まで型枠存置による養生を実施し、試験体の採取(コア削孔)は材齢 20 日時点で行った。表-1 に模擬躯体で使用したコンクリート(27-21-20BB)の配合を示し、表-2 にフレッシュ性状および管理用試験体(材齢 28 日)の圧縮強度試験結果を示す。

3. 試験概要

表-3 に測定項目および試験体寸法の一覧を示す。なお、コア試験体の採取方法は JIS A 1107 に準拠して実施した。

4. 実験結果

図-2 に超音波伝播速度試験の結果を示す。図-2 より、コンクリート打設時の圧力が高くなるにつれて超音波伝播速度は

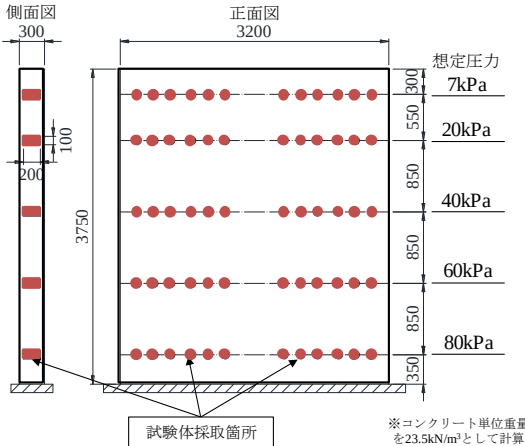


図-1 模擬躯体の概略図

表-1 配合表

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
			W	C	S1	S2	G	Ad
27-21-20BB	50.6	51.3	172	340	535	355	903	1.734

表-2 フレッシュ性状と圧縮強度

配合名	W/C (%)	s/a (%)	フレッシュ性状				圧縮強度 (N/mm ²)	
			スランプ (cm)	空気量 (%)	CT (°C)	外気温 (°C)	標準養生	現場気中
27-21-20BB	50.6	51.3	22	3.6	16	17	34.6	30.3

表-3 測定項目と試験体概要

試験項目	測定方法	コア試験体の寸法(mm)
超音波伝播速度	透過法により測定。 試験は材齢28日で実施。	φ100×300
密度試験	各試験前の試験体を用いて測定。 試験は材齢28日で行い、各12本の平均により算出。	φ100×200
圧縮強度試験	JIS A 1107に準拠して測定。 試験は材齢28日で行い、各3本の平均により算出。	φ100×200
割裂引張強度試験	JIS A 1113に準拠して測定。 試験は材齢28日で行い、各2本以上の平均の平均により算出。	φ100×150

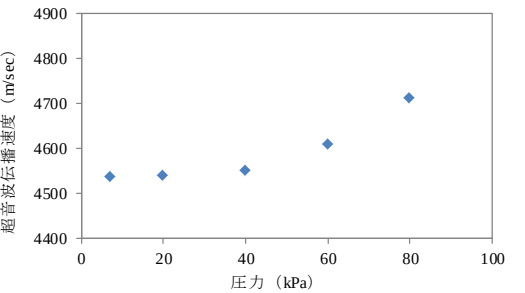


図-2 圧力と超音波伝播速度の関係

キーワード 覆工コンクリート, 充填圧力, HDL 工法, 天端, 品質, 密実性

連絡先 〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16 前田建設工業(株)技術研究所 TEL 03-3977-2242

高くなる傾向がみられる。図-3 にコア供試体から算出した密度の分布を示す。密度においても、超音波伝播速度と同様な傾向が認められる。このことから、圧力(充填圧)が高くなるにつれてコンクリートの内部が密実になっていると推察される。密度が大きくなった要因として空隙量の減少や骨材分布の違いなどが考えられるが、真の空隙量や骨材量の検証はできていないため、今後詳細な検討を行う予定である。

図-4 に圧縮強度試験の結果を示す。図-4 より圧縮強度は、圧力の上昇に伴い大きくなっている。この結果は、超音波伝播速度やコア密度と同様な傾向であり、充填圧力の上昇に伴い、コンクリートの密実性が向上していると考えられる。充填圧力が20kPa、40kPaでは7kPaと比較して、同程度もしくは小さくなっているが、管理用試験体(気中養生)よりも強度が高いことや、7kPaは模擬躯体の上部であり、バイブレータによる締固めを十分に実施しやすいなど施工性に起因する影響が考えられる。ここで、圧縮強度と超音波伝播速度および密度の関係を図-5、図-6 に示す。図-5、図-6 より、7kPaの試験結果を除いて圧縮強度と超音波伝播速度、コア密度は一樣な関係が認められる。

図-7 に割裂引張強度試験結果を示す。ここで、割裂引張試験は、試験体の割裂が模擬躯体(打込み方向)に対して鉛直方向と水平方向になるように試験を実施した。図-7 より、载荷方向の違いによる影響について見てみると、水平方向で引張割裂強度が低下する傾向にある。これは、模擬躯体の打込みを行う際の打ち重ね時間が比較的短く、コンクリートの打込み時期が冬期(2月上旬)であり凝結が遅れたことなどの影響により、ブリーディングの影響を受けやすい水平方向で引張割裂強度が低下したものと考えられる。しかし、80kPaの鉛直方向については、割裂引張強度が最大となる結果が得られている。

以上の結果から、コンクリート打込み時の充填圧上昇により密度や超音波速度、圧縮強度が大きくなるなどコンクリートの品質は向上する結果が得られた。

5. まとめ

コンクリート打込み時の充填圧力がコンクリートの各種品質に与える影響について検討を行った。その結果、コンクリート打込み時の充填圧力を高くすることにより、超音波伝播速度やコンクリートの密度は大きくなり、圧縮強度も増加する結果が得られた。このことから、HDL 工法を適用しコンクリート打込み時の充填圧を高くすることで、品質の向上をできると考えられる。また、天端部の充填圧力を平準化することにより、覆工コンクリート天端部における品質のばらつきも低減できると考えられる。

参考文献

1)羽根田隆ほか：天端部の充填圧入による覆工コンクリートの施工とその品質，土木学会第71回年次学術講演会，投稿中

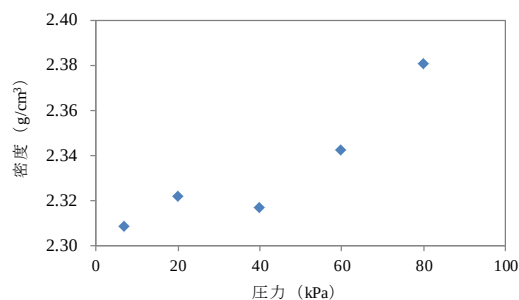


図-3 圧力と密度の関係

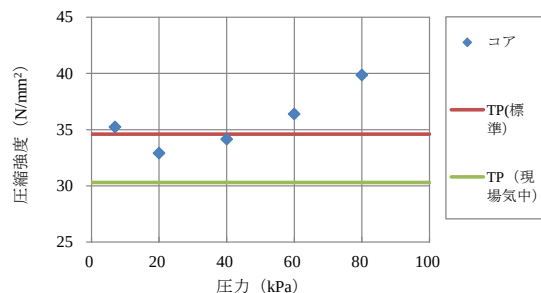


図-4 圧力と圧縮強度の関係

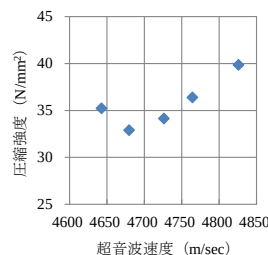


図-5 超音波速度と圧縮強度の関係

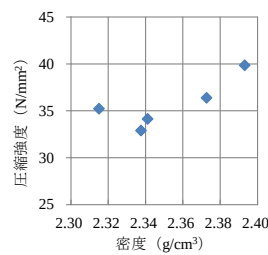


図-6 密度と圧縮強度の関係

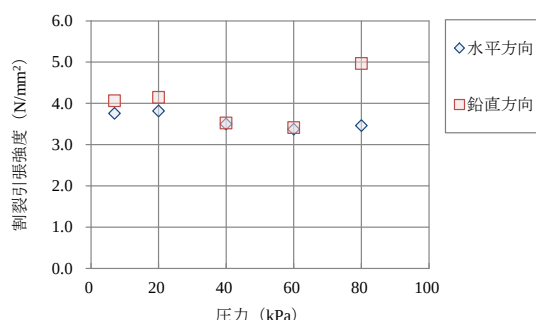


図-7 圧力と引張強度の関係