

吹付けコンクリートの充填性および硬化物性

熊谷組 技術研究所 正会員 石関嘉一

青木建設 研究所 正会員 舟川 勲

東京大学 生産技術研究所 正会員 西村次男

東京大学 生産技術研究所 フェロー会員 魚本健人

1. はじめに

吹付けコンクリートは通常の打設コンクリートと異なり吹付け面に高速で衝突するためリバウンドが発生し圧送前の配合と異なってしまふ。また、剥落防止や部材の厚さ管理のために、ノズルを左右に振りコンクリートが局所的に集中しないようにしている。そのため部材コンクリートは層状になり不均一な品質になっていると考えられる。本研究はトンネルの施工時に吹付け条件を変化させ吹付けコンクリートのコアを採取し、岩盤から内空にかけて骨材面積占有率、ピッカース硬さおよび細孔量等の試験結果について報告する。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料は実施工に使用しているものを用いた。配合は単位セメント量 360kg/m^3 とし、単位水量を減ずる目的で高性能減水剤を使用した。吹付けシステムは実施工に使用しているポンプ圧送方式のものを使用し、空気圧送長は 10m 、コンプレッサーは $12\text{m}^3/\text{min}$ のものを使用した。

2.2 実験要因

実験要因を表-1に示す。実験要因はノズルから吹付け面までの距離および圧送空気流量とした。ノズルと吹付け面までの距離は実験ケースごとにスタッフによって検尺し、圧送空気流量の「開放」は空気バルブの開放状態であり、「下限」は圧送限界までバルブを絞った状態とした。

2.3 コア採取位置およびコア供試体

コア採取位置は天端部の直径 1m 程度の範囲を対象として材齢 7～10 日後に付着している岩盤ごと採取した。

供試体は写真-1に示すように採取したコアを岩盤側からトンネル内空にかけて各供試体を 3cm ごとに切断し作製した。なお、各供試体の番号は岩盤側から、とした。

2.4 試験方法

(1) 骨材面積占有率

骨材面積占有率は写真-1に示す破線で切断し粗骨材と判定した部分を赤色に着色した後、供試体断面をデジタルカメラで撮影しコンピュータ処理により供試体断面に対する粗骨材の面積率を算出した。なお、岩盤側のを 1cm と 2cm の厚さの供試体に分けて計測した。

(2) 細孔量試験

水銀圧入式ポロシメータを用いて細孔量の測定を行い、コンクリートの強度に影響を及ぼすと考えられている細孔径 $50\text{nm} \sim 2\mu\text{m}$ の細孔量を取り出し比較検討した。

(3) ピッカース硬さ試験

表-1 実験水準

実験 No.	吹付け距離 (m)	圧送空気流量	設定吐出量 (m^3/h)
1	2.0	開放	16
2	1.0		
3	3.0		
4	2.0	下限	

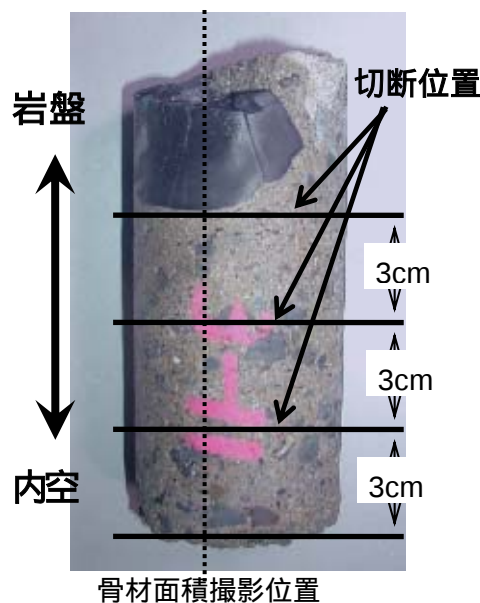


写真-1 コア供試体切断位置

キーワード：吹付けコンクリート、骨材面積占有率、細孔量、ピッカース硬さ

連絡先：茨城県つくば市鬼ヶ窪 1043(株)熊谷組技術研究所 TEL0298-47-7501 FAX0298-47-8507

ピッカース硬さ試験¹⁾は押し込み硬さ試験の一種で、ピッカース圧子を用いて、試験面に永久変形を与え、その変形を生じるのに要した試験力と生じた永久変形の寸法から硬さを決定する試験である。

3. 試験結果

3.1 骨材面積占有率

図-1 に骨材面積占有率を示す。各実験要因とも岩盤から内空方向に行くにつれて、骨材面積占有率は増加している。特に 1cm から 3cm の間は顕著であり 10～15%程度増加していることが確認できた。これは 1cm～3cm の間でモルタル層が十分に形成されたため、骨材の食い込み量²⁾が増加し骨材面積占有率が増加したと考えられる。粗骨材が付着するためには吹付け面に骨材をある程度食い込ませなければならない。通常岩盤は骨材と同程度かそれ以上の硬度を有しているの、骨材ははね返りモルタルのみが付着する。よって、今回の実験ではモルタル層の形成は1cm程度有れば粗骨材が付着する事が確認できた。なお、骨材着色処理画像例を図-2に示す。次に要因別に検証すると、深さ1cmにおいて空気流量が開放の場合、吹付け距離が離れることにより骨材面積占有率が増加している。また、空気流量が下限の場合、吹付け距離 2.0m において骨材面積占有率は増加している。これらは吹付け距離が大きくなるにつれて、また、空気流量の減少に伴い、衝撃力³⁾が減少し、その結果リバウンドが減少したためと考えられる。

3.2 細孔量およびピッカース硬さ

50nm～2 μ m の細孔量およびピッカース硬さを図-3に示す。どの実験要因においても相対的に細孔量とピッカース硬さは高い相関性が有ることが確認できる。特に No.1 は細孔量の増減と共にピッカース硬さが増減していることが分かる。また、各実験要因および深さにおける細孔量とピッカース硬さの相関関係は認められなかった。

4. まとめ

- (1) 粗骨材の付着はモルタル層が1cm程度以上形成されると良好になる。
- (2) 細孔径 50nm～2 μ m の細孔量はピッカース硬さと高い相関性が有ることが確認出来た。

参考文献

- 1) 大脇ほか：微小硬さ試験機を用いたコンクリートの機械的な性能の劣化範囲の診断，大成建設技術研究所報第30号，pp.49-52，1997
- 2) 牧ほか：吹付けコンクリートの特性に関する基礎的研究(1)ペースト骨材間の付着挙動に関する数値的考察，生産研究，49巻2号，pp.23-26，1997.2
- 3) 小林ほか：湿式吹きつけコンクリートの壁面における衝撃力と品質の関係，コンクリート工学年次論文集，Vol.23，No.2，2001，pp.1345-1350

謝辞：本研究は、東京大学生産技術研究所における共同研究「高品質吹付けコンクリートの開発」の成果であり、関係各位の御協力に感謝いたします。

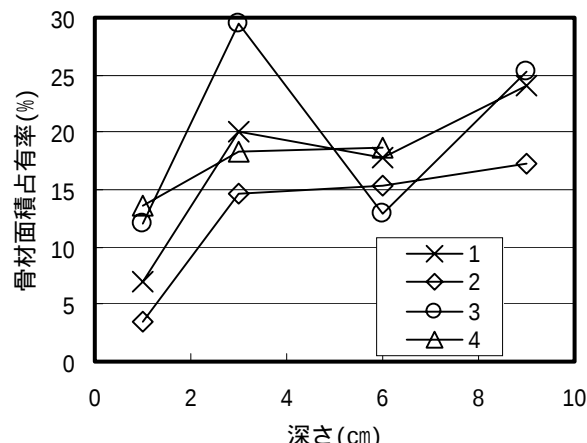


図-1 粗骨材面積占有率
モルタル

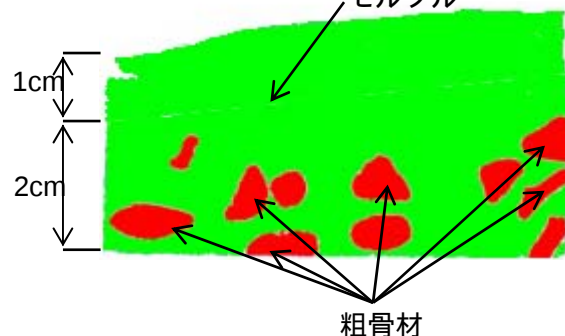


図-2 骨材着色処理画像例

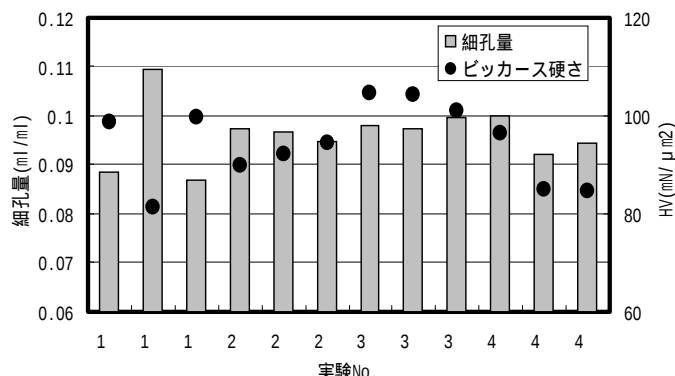


図-3 50nm～2 μ m の細孔量およびピッカース硬さ