

輝度計を用いたドライミクスコンクリートの含水量測定方法の実用化検討

飛鳥建設技術研究所 正会員 ○平間 昭信
 飛鳥建設技術研究所 正会員 岩城 圭介
 飛鳥建設名古屋支店 築地 功
 芝浦工業大学 正会員 矢島 哲司

1. はじめに

現在、山岳トンネルにおける吹付けコンクリートの施工方法は、コンクリートの品質や、施工性（施工能力、粉じん、はね返り）などの観点から、湿式吹付け方式が主流となっている。しかし、乾式吹付け方式については、初期強度の発現が良好である、長距離圧送が可能である、機械・ホースの清掃が容易であり洗浄水を必要としないなどの長所を有しており、近年では、水添加方法の改善や粉じん低減剤、液体急結剤の使用などにより粉じんやはね返りが改善されている。しかながら、ノズルマンがノズル近傍にてドライミクスコンクリートの含水量や吹付け面の状態により水量調整を行うことに関しては、NATM が導入された当初のままであり、ノズルマンの技量に起因する品質変動については改善されていないのが実状である。

既往の研究¹⁾において、細骨材とセメントとの「から練り」中に輝度を測定し、輝度と細骨材の表面水の関係に高い相関性を得られている。そこで、本報告では、この方法を用い、施工位置近傍において、リアルタイムに骨材表面水率を測定し、添加水量を補正することにより、乾式吹付け方式における品質変動を改善できると考え、実現場において適用性の検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

今回の検討における使用材料を表-1に、配合を表-2に示す。

2.2 輝度の測定方法

輝度測定は、写真-1に示すように、材料供給のベルトコンベア上で行い、測定ポイントに光源以外の光を遮断するための遮光装置内に、輝度計（測定距離 45 cm）と、光源として白色 LED を設置した条件下で、測定間隔 5 秒毎に 1 回の連続測定を実施した。なお、本報告では、白色校正板の値を 100%として、それに対する試料の相対輝度（%）を指標とした。

測定した相対輝度から骨材の表面水率への換算は、事前に実施した室内試験の結果から得られた表面水率と相対輝度との関係より求めた式-1より算出した。

$$\text{表面水率} = -0.67 \times (\text{相対輝度}) + 9.73 \quad (\text{式-1})$$

表-1 使用材料

材料種別	記号	名称または産地、諸元
セメント	C	普通ポルトランドセメント、 密度 3.15 g/cm ³
細骨材	S	庄川産川砂、表乾密度 2.60 g/cm ³ 、 粗粒率 2.83、吸水率 1.49 %
粗骨材	G	庄川産川砂利、表乾密度 2.62 g/cm ³ 、 Gmax 10mm、吸水率 1.04 %
水	W	水道水
繊維	F	ポリプロチレン繊維、 密度 0.91 g/cm ³ 、繊維長 32 mm

表-2 検討配合

W/C (%)	s/a (%)	繊維混入率 (vol%)	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	S	G
45	80	1.0	203	450	1277	322



写真-1 輝度計による測定状況

キーワード：吹付けコンクリート、乾式吹付け工法、輝度計、表面水率、ノズルマン

連絡先：〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 飛鳥建設技術研究所 Tel: 04-7198-7559

3. 実験結果

8車(1車 3.6 m³)の連続施工時に、輝度計により表面水率を測定した結果を図-1に示す。測定データの分布を求めた結果を図-2(一例として、1車目)に示す。図-1に示すように、輝度計による測定データは大きくばらついている結果となっている。測定データのばらつきは、ベルトコンベア(黒色:表面水率としては高い値)あるいは、繊維(白色:表面水率としては小さい値)を測定したことなどが影響したものと考えられた。図-2(一例として、1車目)に示すように、各車とも測定データの分布は正規分布であったことから、平均値 $\pm 1\sigma$ の範囲外のデータを排除することとした。

検討した輝度計を用いたドライミクストコンクリートの含水量測定方法は、施工位置近傍での測定により、リアルタイムに測定することを目的とした。このことから、3分間のデータ(N=36)について、平均値 $\pm 1\sigma$ の範囲外のデータを排除し平均値を求めた。その結果を図-3に示す。図に示すように、輝度計による測定値は、JIS A 1111により測定した1車目の表面水率4.3%と、ほぼ同等の値を示している。このことから、ドライミクストコンクリートの含水量測定方法としての適用が可能であると考えられる。

なお、実施工においては、測定した表面水率から添加する水量を算出し、ノズルマンの近傍においてモニターにて表示した。これにより、ノズルマンは、モニターの数値に基づき水量を調整することが可能であり、ノズルマンの技量に起因する品質変動を低減することが可能となると考えられる。

4. まとめ

1) 室内試験の結果から得られた表面水率と相対輝度との関係より求めた換算式は、実施工においても適用できることが確認された。

2) JIS A 1111による表面水率の実測値と輝度計による測定値は概ね一致した結果であったことから、

輝度計を用いたドライミクストコンクリートの含水量測定方法として適用可能であると考えられる。

【謝 辞】今回の検討における実験およびデータ解析では、NEXCO 中日本高速道路(株)清見工事事務所飛騨工事区をはじめとし、飛島建設・鉄建建設共同企業体、および、芝浦工業大学工学部建設系土木工学科の卒論生高木潤一氏、中島聖氏など、多くの方々にご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

1) 勝木太, 佐々木英人, 矢島哲司: 輝度計を用いたフレッシュコンクリート中の水分量推定の試み, セメント・コンクリート, No.703, pp.12-18, 2005.9

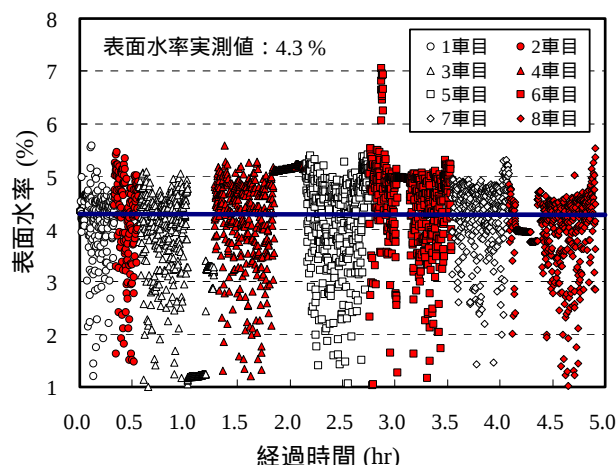


図-1 輝度計による表面水率測定結果(全データ)

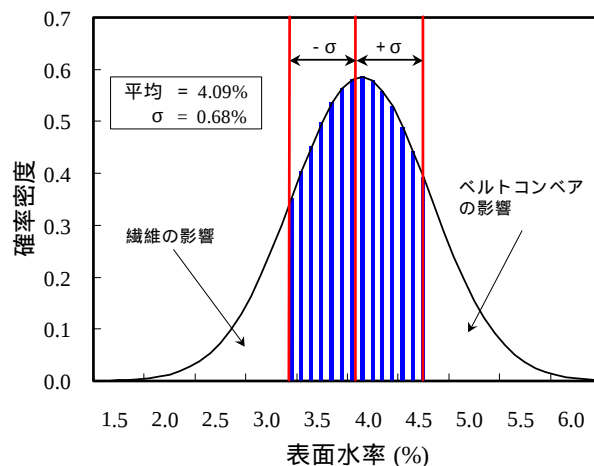


図-2 測定データの分布の一例(1車目)

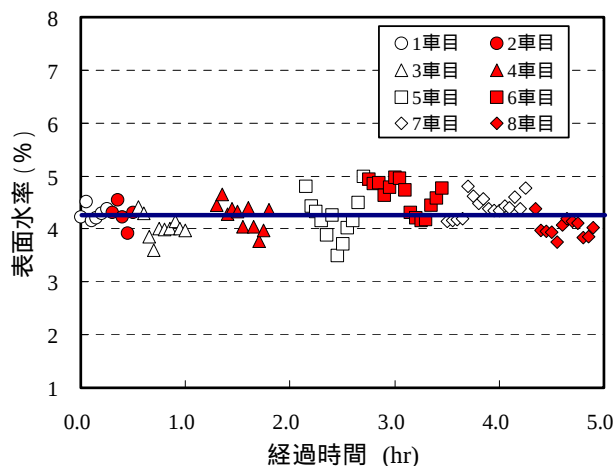


図-3 3分間ごとの表面水率測定結果