

VI-68

法面吹付け工法における細骨材の水分測定とプラント制御

ライト工業株式会社

正会員 河合恒孝

開発本部 正会員 佐丸雄治

開発部 正会員 磯部金治

機械部 正会員 加藤淳三

機械部 正社員 正木建美

1. はじめに

わが国で法面保護工法として吹付けが本格的に使用されだしたのは国道の整備事業や自動車専用道路が着工された1960年代からとされています。又近年は法枠にモルタルやコンクリート（以下コンクリートと総称）を吹付ける法枠工法が多く施工されるようになり、より高品質・高強度の吹付けコンクリートが求められてきております。

2. コンクリートと水・セメント比

セメントは凝固作用に必要な量以外の水はモルタル、コンクリート内に残留して蒸発し気泡を残すために強度が低下する。又吹付けコンクリートは水分が多いと法面から垂れ下がり、少ないと跳ね返る。よって吹付けコンクリートの水・セメント比はその品質に重大な影響を与える。

3. 吹付けコンクリートの配合と細骨材（以下砂）の表面水量（率）

吹付けコンクリートの配合はモルタルの場合、セメントを基準として、セメント：砂：水の比率で表す、このときの砂：水の比率は砂が水分を含まない状態の比率である。実際に使用する砂は必ず水分を含んでおり、その含まれる水分の多少によって適正な配合にする必要がある。砂に含まれる水分は図-1の様に分類される

含水量は吸水量と表面水量の合計の関係にあり、セメントの凝固作用に関係する水分は表面水量であるので、砂の表面水量を把握する事が適正な水セメント比を得ることになる。

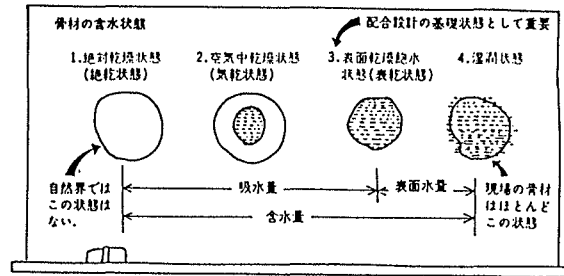


図-1

又、吹き付け用砂は通常現場に野積み貯蔵されており、その上・中・下層では水分量が異なる、又新規搬入された砂とは数%の水分差がある場合もある。これら水分量の変化に逐次対応する為に、水分の計測と制御が必要となる。

4. プロセス用水分計

吹付けコンクリート用砂の表面水測定プロセス水分計は次の条件を満たすことが望まれる。

- (1) 時間的に連続測定ができること。
- (2) 応答性が早いこと。
- (3) 連続的な出力が得られること。
- (4) 非接触方式であること。
- (5) 嵩密度の影響を受けないこと。
- (6) 現場の過酷な条件に耐えること。

プロセス水分計には、高周波抵抗式、誘導率式、マイクロ波式、中性子式、近赤外線式等があるが、近赤外線水分計（以下赤外線水分計）は、完全に非接触で測定でき、測定対象物の嵩密度及び電気特性には無関係であるため、測定誤差となる要因が他のプロセス水分計に比べて少なく安定であり、吹付けコンクリート用砂の連続水分計として最適と考える。

5. 赤外線水分計と検量線

赤外線水分計を用いて砂の水分を測定する場合、砂の形状や地合（色）の影響が無視できない。高精度の水分測定においては、砂の産地・種類（川砂・山砂等）毎に個別の検量線が必要となる。当社は全国各地の法面吹付けで使用している88種類の砂を採取し個別検量線を作成した。図-2に個別検量線の代表例を示す。

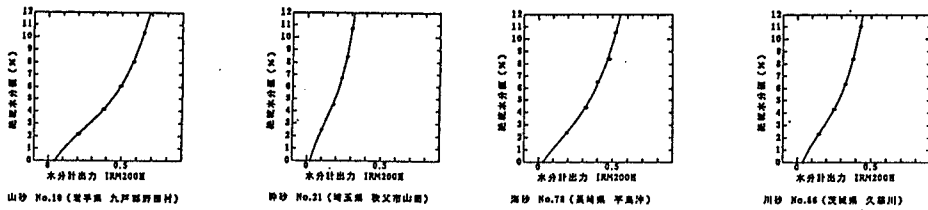


図-2

6. 計測

計測は図-4の通りセンサーを砂の計量用ベルコンの上に、流れる砂と直角になるように取り付け、又センサーは防塵遮光防護されている。変換器はあらかじめ個別検量線が入力されており、使用する砂のコードナンバーをキー入力する事でその砂の検量線を使って水分測定ができる。図-3に測定結果（秩父浦山地区・砕砂）のチャートを示す、又変換器は測定値をデジタル値で表示し測定値を（4～20mA, 1～5V）で外部出力もできる。水分計の精度は、当社において標準乾燥法、ファブマソ法との比較実証実験を行った一例（表-1）を示す、この時の標準法との誤差は1.3%程度であった。

表-1 山梨県釜無川（竜王）川砂 吸水率1.21 表乾比重2.64

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	平均値	標準偏差
水分計	3.2	3.2	3.2	3.0	3.2	3.3	3.15	0.09
ファブマソ	3.0	3.7	3.4	3.4	3.0	3.2	3.38	0.25
標準法	2.84	3.27	3.41	3.22	3.10	3.02	3.19	0.21

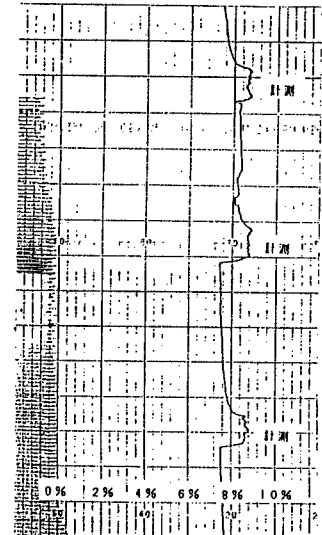


図-3

7. プラント制御

ロードセル等を使って自動計量するプラントと水分計を連動させ砂の水分の変化に対応して計量を自動制御するシステムを図-4に示す。水分計から出力されたデータをプラント側で解析処理し、水分量に見合った適正計量値で砂と水の計量制御を行う。

8. まとめ

実証実験では、砂の水分の変動に赤外線水分計は瞬時に反応し、砂の表面水測定法の1つとして十分使用できることが判明した。

今後この赤外線水分計は、個別検量線を必要とせず1本の検量線ですべての砂の測定を行なえるアルゴリズムの開発と、多数の小規模現場で使用できるポータブルなハンディ水分計の開発が望まれる。

謝辞：今回の開発に当たって、ご協力いただいた（株）チノーの皆様に感謝いたします。

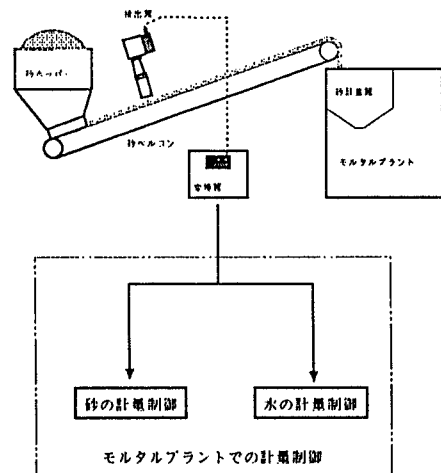


図-4