

## VI-210

## R I を利用した深層混合処理工法の品質管理技術（その1）

## —— 室内基礎実験 ——

鹿島建設（株）技術研究所 正会員 末吉隆信

鹿島建設（株）技術研究所 正会員 深沢栄造

鹿島建設（株）技術研究所 正会員 土弘道夫

不動建設（株）シオニゾニアリング事業本部 正会員 栗波啓治

## 1. はじめに

深層混合処理工法における改良体の品質を管理するために、セメントミルクの混合量や攪拌の連続性を、施工中にリアルタイムに検知し、施工にフィードバックすることを目的として、R I を利用した検知技術の検討を進めてきた。本技術は、図-1に示すように、地上から送ったセメントミルクにトレーサー（追跡子）としてホウ素を用い、攪拌翼内に組込まれた中性子センサーで、セメントミルクの混合状況を検知するものである。本報では、測定原理と測定システム、及び室内実験結果について報告する。

## 2. 測定原理

本技術は、熱中性子吸収断面積の大きいホウ素を、セメントのトレーサーとして、セメントミルクを製造するプラントで添加し、中性子センサー（中性子水分計）で求めた熱中性子の数（計数比）から、セメントミルクの混合状況を識別している。つまり、セメントミルク混合前後に測定した、中性子センサーの計数比の分布と計数比の差から、セメントミルクの分布や攪拌状況を判定する。図-2に、セメント改良体中のホウ素濃度と計数比の関係<sup>1)</sup>を示す。この図からも分かるように、改良体中の計数比を実測することにより、ホウ素濃度を求めることができる。言い換えれば、セメントミルク中に一定濃度のホウ素を添加しておくことにより、改良体中のセメントミルク量を間接的に求めるものである。

## 3. 測定システム

システムは大別すると、中性子センサー、プリアンプ、スケーラーで構成される。プリアンプは、中性子センサーで検出される信号が微弱であるために、ケーブル伝送ができるよう、その信号を増幅する働きを持つ。また、

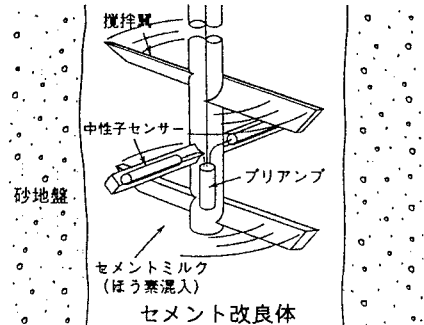


図-1 品質管理装置概念図

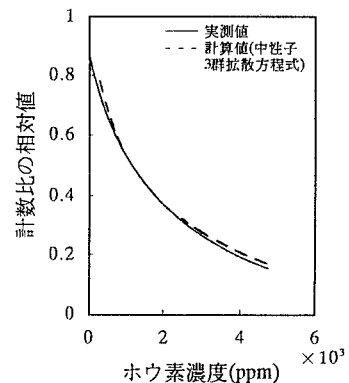


図-2 ホウ素濃度と計数比の関係

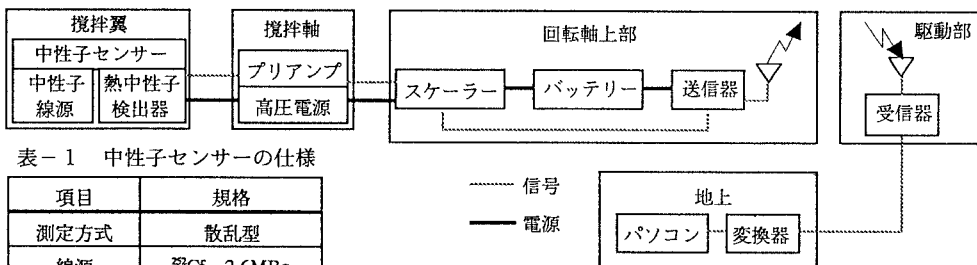


図-3 測定システム

表-1 中性子センサーの仕様

| 項目   | 規格                              |
|------|---------------------------------|
| 測定方式 | 散乱型                             |
| 線源   | $^{252}\text{Cf}$ , 2.6MBq      |
| 寸法   | $\phi 25 \times 200(\text{mm})$ |

キーワード：品質管理／地盤改良

連絡 先：〒182 東京都調布市飛田給2-19-1 TEL 0424-89-7068 FAX 0424-89-7036

スケーラーは、熱中性子数をカウントする。これらの信号は、送信～受信アンテナを経てパソコンに送られ、計数比を算出して、画像表示される。測定システムを図-3に、中性子センサーの仕様を表-1に示す。

#### 4. 室内実験

中性子センサーの検知能力を把握するために、室内実験を実施した。実験は、図-4に示すように、模擬攪拌翼内に組込まれた中性子センサーを、供試体ブロック間で上下に移動させて、計数比を測定する方法で行った。センサーは、ブロックの上端から下方に1m/minで移動させ、測定は1回/秒で実施した。供試体ブロックは、表-2に示す配合で混練し、大きさはL45×W25×H10cmであり、1カ月養生後、実験に供した。実験では、これらのブロックを12段に組合わせ、層厚（同一配合のブロック厚さ）を10～40cmに変化させて測定を行った。使用材料を表-3に示す。

表-2 供試体ブロックの配合

| 配合 No. | W/C (%) | C(セト) (kg/m <sup>3</sup> ) | W(水) (kg/m <sup>3</sup> ) | T(トナ) (kg/m <sup>3</sup> ) | B(杓素) (ppm) |
|--------|---------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------|
| A      | 100     | 20                         | 20                        | 2.00                       | 117         |
| B      |         | 53                         | 53                        | 5.46                       | 310         |
| C      |         | 65                         | 65                        | 6.75                       | 379         |
| D      |         | 77                         | 77                        | 8.03                       | 446         |
| E      |         | 104                        | 104                       | 11.10                      | 602         |

\*配合は、改良土1m<sup>3</sup>に対する値である。

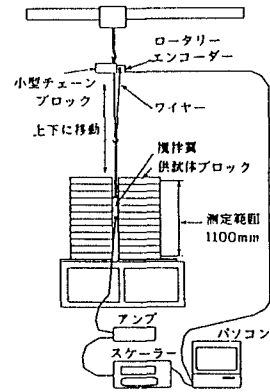


図-4 実験状況

表-3 使用材料

| 材料    | 内容           | 比重   |
|-------|--------------|------|
| セト    | 普通ポルランドセト    | 3.15 |
| 水     | 水道水          | 1.00 |
| 杓素    | 共立窯業MSトナ     | 2.34 |
| 改良対象土 | 山砂(含水比w=15%) | 2.75 |

#### 5. 実験結果

セメント量と計数比の関係を図-5に、セメント量の差と計数比の差との関係を図-6に示す。図-5より、今回用いた中性子センサーの検知精度は、セメント量の差として改良対象土1m<sup>3</sup>当り約20kg以上（最小自乗法の±1σ範囲）であれば、判別可能であることが分かった。これは、対象土が異なっても、ホウ素濃度を同等な値に設定することで、同様な結果が得られると思われる。また、図-6より、20cm以上の層厚では、セメント量の差と計数比の差との相関はほぼ等しく、ばらつきも少ないことから、センサーの検知限界厚さは20cm程度と判断できる。

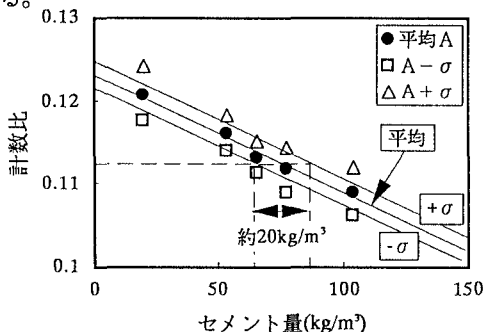


図-5 セメント量と計数比の関係

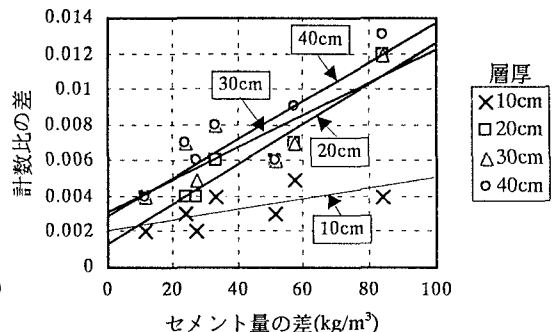


図-6 セメント量の差と計数比の差との関係

#### 6. おわりに

本技術を用いることにより、高品質なセメント固化地盤ができるものと考えている。今後は、セメント量や羽根切り回数の変化にともなう、計数比の変動を確認する現場実証実験を実施し、本技術の実工事への適用を図っていく予定である。

【参考文献】1) 土弘道夫, 三浦正之; 原位置攪拌杭工法の品質管理システム, 基礎工「最近の基礎工事用機械」pp.28～33, 1990.2.