

## III-802

## 水中打設ソイルセメント工法に関する研究（その12）

## ——小型ポンプ打設実験による水中流動形状の検討——

榊大林組 技術研究所 正会員○久保 博

正会員 川地 武 滝永 進

## 1. ま え が き

水中打設ソイルセメント工法は、流動状のソイルセメント（以下、ソイルモルタルという）を水中にポンプ打設して築島・水中盛土・締切中詰め・裏込め等を行う工法である。この工法でソイルモルタルの流動特性は、水中での流動形状に大きく影響し、その流動形状が施工性および固化体品質と密接な関係にある。したがって、流動特性と実際の流動形状の関係を把握することが重要である。そこで、前報<sup>1)</sup>のL型フロー試験に引続き、本報では小型ポンプ打設実験によって、流動特性と流動形状の関係を水中・気中で対比しながら検討した。

## 2. 使用材料と実験方法

ソイルモルタルの材料として、千葉県富津産の山砂（ $w_n=8.9\%$ 、 $\rho_s=2.67$ 、 $<75\mu m=7\%$ 、 $D_{50}=0.31mm$ ）、千葉県金谷産の泥岩を湿式で微粉碎したスラリー（ $w_n=160\%$ 、 $\rho_s=2.62$ 、 $<75\mu m=84\%$ 、 $w_L=54\%$ 、 $w_P=31\%$ ）、増粘剤（セルロース系）、高炉セメントB種および水道水を用いた。これらを表-1のような配合で100ℓ強制練りミキサーで混合し、流動性の異なるソイルモルタル（密度 $1.85\sim 1.9g/cm^3$ ）を作製した。

ソイルモルタルの流動特性としては、標準スランプ試験（JIS A 1101）、小型スランプ試験（標準の1/2寸法）でスランプフローを測定した。そして、図-1のように脈動の少ないモノポンプを用いてφ50mmの打設管によって、ソイルモルタルを速度約0.8ℓ/秒と約0.3ℓ/秒で槽（1.8m×0.8m×0.4m）に約70ℓ打設した。槽への打設は、気中と水中についてそれぞれ行い、気中の場合には打設終了時、水中の場合には打設後に静かに排水した後に形状を調査した。

## 3. 結果と考察

実験ケースと結果を表-1に示す。泥岩粉碎スラリーおよび増粘剤は、それぞれソイルモルタルに適度の流動性の下で材料分離抵抗性を付与する目的で添加された。No.1～No.6は気中打設であり、No.1～3では泥岩、No.5～6では増粘剤を用い、No.4では泥岩を用い打設速度を約1/2にした。また、No.7～11は水中打設

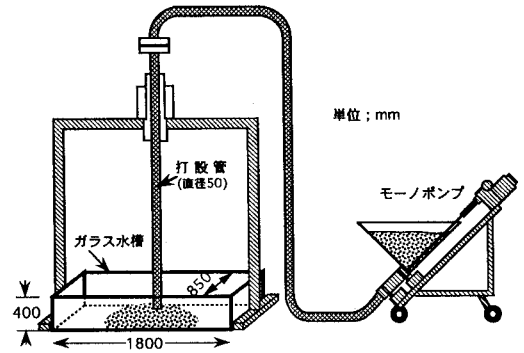


図-1 ポンプ打設実験の方法

表-1 実験ケースと結果の概要

| No | 打設条件 | 流動性 | 配 合 (kg/m³) |      |      |     |     | 小型スランプ70-cm | 打設速度ℓ/sec | 流動勾配(度) |      |
|----|------|-----|-------------|------|------|-----|-----|-------------|-----------|---------|------|
|    |      |     | 砂           | セメント | 粉碎泥岩 | 水   | 増粘剤 |             |           | A       | B    |
| 1  | 気中   | 低   | 1204        | 150  | 100  | 460 | 0   | 18.7        | 0.76      | 11.9    | 4.5  |
| 2  | "    | 中   | 1164        | 150  | 100  | 475 | 0   | 22.3        | 0.89      | 10.5    | 7.8  |
| 3  | "    | 高   | 1124        | 150  | 100  | 490 | 0   | 24.8        | 0.83      | 9.3     | 4.3  |
| 4  | "    | 中   | 1164        | 150  | 100  | 475 | 0   | 22.5        | 0.32      | 11.2    | 6.1  |
| 5  | "    | 中   | 1515        | 150  | 0    | 400 | 2.5 | 20.6        | 0.76      | 7.9     | 6.2  |
| 6  | "    | 高   | 1461        | 150  | 0    | 420 | 2.5 | 23.7        | 0.80      | 8.9     | 5.3  |
| 7  | 水中   | 低   | 1204        | 150  | 100  | 460 | 0   | 18.1        | 0.77      | 12.5    | 4.5  |
| 8  | "    | 中   | 1164        | 150  | 100  | 475 | 0   | 21.4        | 0.87      | 13.4    | 7.7  |
| 9  | "    | 高   | 1124        | 150  | 100  | 490 | 0   | 23.8        | 0.83      | 11.1    | 20.2 |
| 10 | "    | 中   | 1515        | 150  | 0    | 400 | 2.5 | 20.7        | 0.75      | 12.7    | 10.1 |
| 11 | "    | 高   | 1461        | 150  | 0    | 420 | 2.5 | 23.0        | 0.78      | 10.9    | 9.2  |

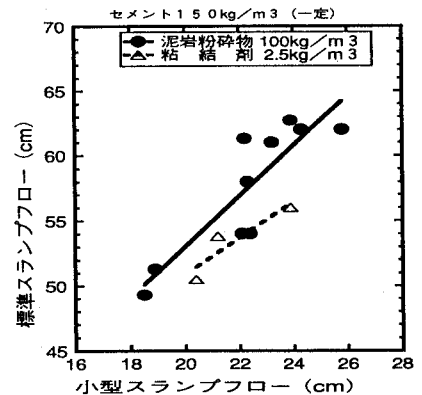


図-2 小型スランプフローと標準スランプフローの関係

である。これらのケースにおいて、ソイルモルタルの流動性を低・中・高の3レベルに設定した。表-1には流動特性として小型スランプフローを示すが、小型スランプフローと標準スランプフローの間には図-2のような相関があった。相関直線は、増粘剤系と泥岩系では異なる位置にあり、このことは2つの系のレオロジー特性の差異を示唆する。なお、小型スランプフロー ( $S_F$ )=18~26cmは、ペーンセン断強度3400~1000dyne/cm<sup>2</sup> (3.5~1 gf/cm<sup>2</sup>) に相当する<sup>2)</sup>。

流動形状を模式的に図-3に示す。ソイルモルタルは、槽の短辺方向には側壁まで流動したが、長辺方向には側壁まで達しなかった。ここでは、流動勾配として、長辺方向について、勾配A=打設管付近の試料高さで流動先端が底面と接する所を結ぶ直線が底面となす角度、勾配B=流動面の中間部の面の傾斜が底面となす角度、の2つで表し、それぞれ左右の値の平均値を求めた。

図-4は、 $S_F$ と勾配Aの関係を示す。勾配Aは、泥岩系・気中の場合、 $S_F$ とともに減少し、泥岩系・水中の場合も類似の傾向を示した。また、勾配Aは、増粘剤系・気中の場合、逆になったが、増粘剤系・水中の場合には $S_F$ とともに減少した。そして、同一 $S_F$ において、増粘剤系は、気中・水中とも泥岩系よりも緩勾配を示した。このことは、増粘剤系の方が時間経過に伴う粘性増大の程度が小さく、打設時間(約90秒)における流動が進んだためと考えられる。また、同一 $S_F$ での勾配Aは、水中が気中よりも大きかった。このことは、前報<sup>1)</sup>のL型フロー試験と一致しており、水の粘性抵抗、慣性力の減少などが原因と考えられる。さらに、泥岩系・気中で、打設速度を1/2とした場合、勾配Aが僅かに増大したが、大きな差ではなかった。

つぎに、図-5は、 $S_F$ と勾配Bの関係を示す。増粘剤系は、流動面が平滑で勾配Bを容易に求められたが、泥岩系は、流動面に凹凸が多く勾配Bの測定にやや無理があった。このことも影響して、増粘剤系では図-4と同傾向を示したが、泥岩系では必ずしも一致しなかった。

4. まとめ ソイルモルタルの小型ポンプ打設実験の結果、流動勾配は、小型スランプフロー値のみで決まらず、気中よりも水中が、また増粘剤系よりも泥岩系の方が急勾配になり、増粘剤系の方が平滑な流動面を示した。

#### 【文 献】

- 1) 久保、川地：水中打設ソイルセメント工法に関する研究(1) ソイルモルタルの流動特性、第28回土質工学研究発表会講演集、p. 2531-2532、1993
- 2) 久保、川地、岡田：ソイルモルタルの流動シミュレーション、土木学会第48回年次学術講演会概要集、III、p. 606-607、1993

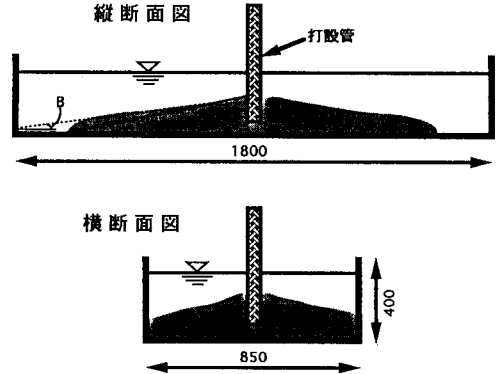


図-3 流動形状と勾配の求め方

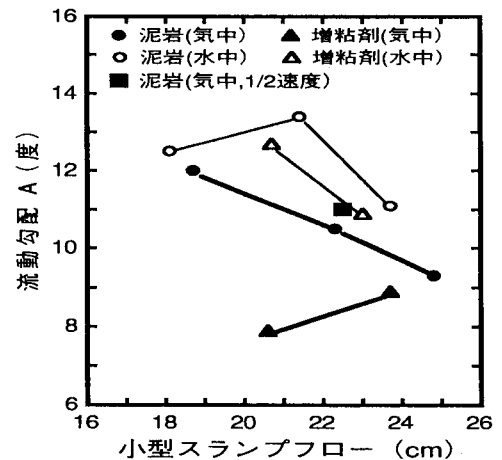


図-4 小型スランプフロー  $S_F$ と流動勾配Aの関係

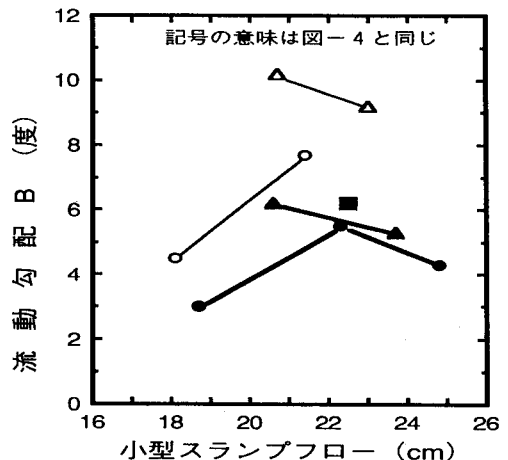


図-5 小型スランプフロー  $S_F$ と流動勾配Bの関係