

日大 理工 工学 浅川 美利  
 “ “ “ “ 正 三浦 裕二  
 千代田化工建設 正 手島 清  
 “ “ “ “ 正 岡田 泰治

## I. まえがき

ソイルセメントの性質改良に関する研究報告は多くみられるが、そのほとんどの目標は (1) 通気土質の拡大 (2) 圧縮強度の増加 (3) 耐水性の改良等である。しかし、ソイルセメントの使用目的から考えて、挽み性、ねばり強さ等を改良することにより一層の発展をみると思う。

そこで、今後の研究発表段階として、ソイルセメントにフレイエマルジョン（以下乳剤と略す）を添加することにより、耐水性もさることながら、挽み性等の改良に寄与する諸因子の影響とその大きさについて検討を加えようとするものである。実験方法は直交配列 ( $L_{32}$  型) に基づきおこなわれたもので、設定因子と水準は表-1に示すごとくである。表-1中、使用土の基本的性質は表-2に、乳剤の種類は表-3に示す。

表-1 設定因子と水準

| 記号 | 因 子      | 水 準            |                |                |     |
|----|----------|----------------|----------------|----------------|-----|
|    |          | 1              | 2              | 3              |     |
| A  | 土の種類     | 千葉山砂           | 習志野ローム         |                |     |
| B  | 含水比      | O.M.C          | F.M.C          |                |     |
| C  | セメントの種類  | 普通ポルトランドセメント   | 高炉セメント         |                |     |
| D  | 乳剤の種類    | D <sub>3</sub> | D <sub>4</sub> | D <sub>5</sub> |     |
| E  | セメントの添加量 | 0%             | 4%             | 8%             |     |
| F  | 乳剤の添加量   | 0%             | 5%             | 10%            |     |
| G  | 養生日数     | 4日             | 7日             | 14日            | 28日 |

表-2 使用土の基本的性質

|        | 粒度分析(%) |      |     | 均等係数 | コンシステンシー |      |      | 含水比  | 凝固力   |      |
|--------|---------|------|-----|------|----------|------|------|------|-------|------|
|        | 砂分      | シルト分 | 粘土分 |      | L.L      | P.L  | P.I  |      | O.M.C | 28日  |
| 千葉山砂   | 93.0    | 2.5  | 4.5 | 3.8  | 20.1     | 19.4 | 0.7  | 2.5  | 16.0  | 1.60 |
| 習志野ローム | 5.0     | 86.0 | 9.0 | 5.6  | 73.7     | 56.1 | 17.6 | 32.0 | 55.0  | 1.01 |

表-3 乳剤の種類

| 種類             | ベントナイト | アスファルト | オクシル<br>アンモニウム塩 | pH  | pH調整剤                                           |
|----------------|--------|--------|-----------------|-----|-------------------------------------------------|
| D <sub>3</sub> | 8%     | 50%    | 0.3%            | 7.9 | K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   |
| D <sub>4</sub> | 6%     | 50%    | 0.4%            | 7.2 | (Na <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> |
| D <sub>5</sub> | 6%     | 50%    | 0.1%            | 7.1 | K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   |

## II 実験計画およびその方法

因子の割付けは図-1の線表図に示し、実験方法については表-4に示すとおりである。

## III 実験結果および考察

実験結果から分散分析をおこない、各検討項目について信頼度95%で有意であると認められたものについて以下考察する。ただし、土の種類、含水比変化などが強度等に与える影響の大きいことは衆知の通りなので、ここではその他の主因子についてのみ考察する。

[註] ベントナイト(群馬県産)は蒸留水に対し重量%  
 アスファルト(コーキング 100/150)、その他はベントナイト  
 溶液に対し重量%

図-1 線表図

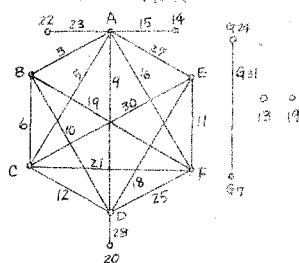


表-4 実験方法

| 混合方式                                        | 締固め方法                                              | 養生条件           | 実験内容                               | 備考                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 風乾土とセメントとミキサに投入、十分混合後、所定水量、乳剤量を加えて均一に混合する方法 | ダブルグラフによる静的締固め方法で、密度管理を行った。なお、供試体寸法はφ5cm 長10cmである。 | 湿润箱中で所定期間養生した。 | 一軸圧縮試験<br>水浸一軸圧縮試験<br>凍結融解<br>湿润乾燥 | ひずみ制御方式 ひずみ速度 1%/分<br>所定養生期間1日前に水中(20℃)に浸して養生<br>所定期間後 -20℃で8hr, +20℃で16hrを1cycleとして7cycle<br>所定期間後16hr毛管吸水, 8hr 40℃にて乾燥を1cycleとして7cycle |

図-2 一軸圧縮強度

### Ⅲ-1 一軸圧縮強度(非水浸) $g_u$

図-2 (a), (b) は有意と認められた因子と強度との関係を示したもので、図-3 は主因子の影響度を示したものである。以上より、セメントの添加量が増すに従って高い強度を示し、乳剤の添加量が増すに従って強度は低下し、影響度はセメントの添加量のほうが大きい。

### Ⅲ-2 耐水性

水浸、凍結融解および湿润乾燥抵抗指数(各一軸圧縮強度比)で耐水性を検討した。その結果は、セメント、乳剤の種類では有意差は認められず、セメントの添加量増加は耐水性を減じ、乳剤の添加量増加は耐水性を増している。以上の主因子の影響度を示すと図-4 のようになる。

### Ⅲ-3 挽み性

一軸圧縮試験(非水浸)から変形係数( $g_u/E_{0.002}$ )と仕事量( $W=3.0 \text{ kg/cm}^2$ )にて挽み性を検討した。

#### Ⅲ-3-1 セメント、乳剤の添加量が比較的小さい場合(0~5%)

図-5 (a), (b), (c) はセメントと乳剤の添加量による挽み性との関係を示している。セメントの添加量増加は変形係数増加を、乳剤の添加量増加は低下を示しており、仕事量としては大差ない。

以上の主因子の影響を示すと図-6 のようになり、セメント添加量より乳剤添加量の方が大きい影響度を示している。

#### Ⅲ-3-2 セメント、乳剤の添加量が比較的多い場合(5~10%)

図-5 (a), (b), (c) に示す如く、セメント、乳剤の添加量と変形係数との関係は前と同様である。セメントでは普通ポルトランドセメント、乳剤ではD<sub>3</sub>が高い変形係数を示している。仕事量との関係については、セメント添加量増加はそれを低下させ、乳剤添加量増加はその増大を示している。

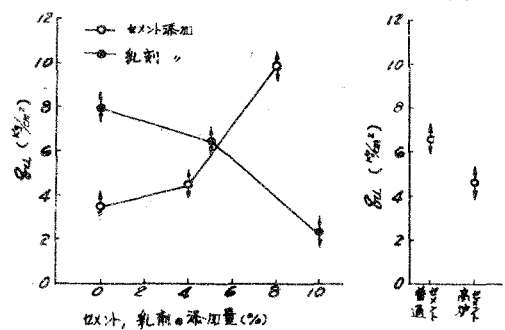
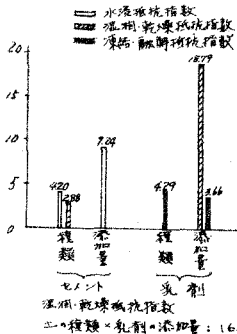
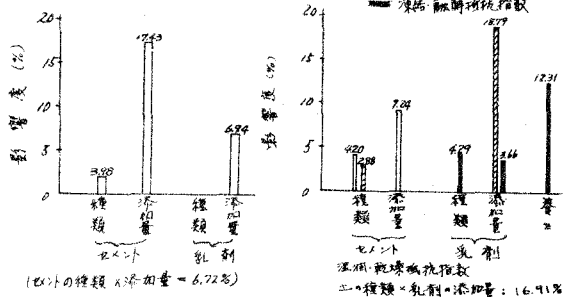


図-3 主因子影響度( $g_u$ )

図-4 主因子影響度(耐水性)



以上の主因子の影響度を示すと図-6のようになり、仕事量では乳剤添加量の与える影響度が最大となっており、変形係数ではセメントの種類と与える影響度が大きい。

#### Ⅲ-3-3) 地添剤とフレイマルジョンとの挽み性の比較

図-7は千葉山砂を使用し、セメント8%添加の場合における、地添剤との仕事量の比較を示している。これからみて、フレイマルジョン添加は挽み性改良には大きな役割を示すことがわかる。

図-5 変形係数、仕事量と主因子との関係

#### Ⅳ 総括

(1) ソイルセメントにフレイマルジョンを添加することにより、強度低下をきたすが、耐水性、挽み性の改良には有効である。

(2) 特に乳剤量が増すに従ってますます挽み性が改良される傾向にあり、セメントと乳剤は相反する効果を示す。

(3) 乳剤の種類としてはD<sub>5</sub>が最も効果的であった。

#### Ⅴ 今後の課題

(1) 乳剤の性質の改良。  
(2) 乳剤添加による挽み性、ねばり強さのより追求。

(3) 強度低下を考慮した、最適乳剤添加量の追求。

#### (4) エとの混合方法の検討

図-6 主因子の影響度

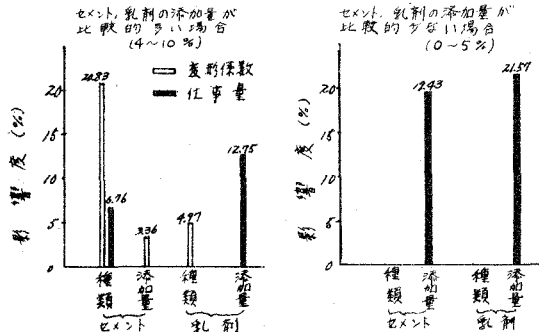
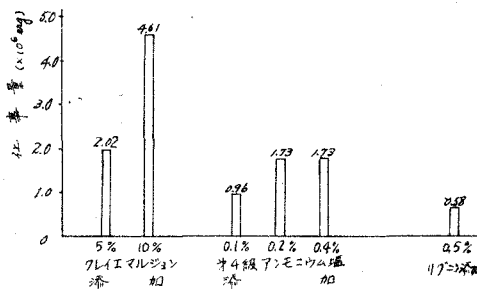


図-7 各種添剤と仕事量との関係  
地添剤との比較



参考文献: H.R.B. Bull. 30 "Cement-Treated Soil Mixture"

H.R.B. Bull. 241 "Soil Stabilization with asphalt, Portland Cement, Lime and Chemicals."

A.J. Hoiberg, "Bituminous materials" Vol. II Part I