

# 土工事における濁水処理に関する研究 (第12報)

——ポリマー廃泥水への Mud Press 工法 (ロールプレス方式) の適用——

喜田大三 炭田光輝  
辻博和

## Studies on Muddy Water Treatment in Earthwork (Part 12)

——Application to Discharged Polymer-base Slurry Treatment  
by “Mud-Press Method (Roll-Pressing Type)”——

Daizo Kita Mitsuteru Sumida  
Hirokazu Tsuji

### Abstract

The Mud Press Method (Roll-Pressing Type) was adopted for a certain discharged polymer-base slurry which was produced in diaphragm wall construction, and treatment was ended without mishap. The results of the treatment may be summarized as follows. (1) The amount of slurry discharged was about 600 m<sup>3</sup>, 15% of the total excavated soil. (2) Based on laboratory results, the flocculants used were calcium chloride and anionic polyacrylamide used at the same time. (3) The capacity of the treatment were about 1.1 and 1.5 dry-solid tons per hour of belt speed of 1 m/min and 2 m/min, respectively. The water contents and the results of falling cone tests of roll-pressed cakes were 110 to 130%, 120 to 150%, and 3 to 4 mm, 5 to 7 mm, respectively. (4) The capacity of the treatment was about 20 to 30% smaller than for the results of discharged silty slurry from shield excavation. This was thought to be due to the polymer which was adsorbed on soil particles in the slurry, and was confirmed from the properties of discharged slurry and the characteristics of dewatering. (5) The concentrations of suspended soils and pH values of the discharged water were 45 to 30 mg/l, and 7.3 to 8.6, respectively.

### 概 要

某地中連続壁工事で発生したポリマー廃泥水の処理に Mud Press 工法 (ロールプレス方式) を適用し、無事工事を終了することができた。その際の処理実績は以下の通りである。(1) 当現場の廃泥水の総発生量は約 900m<sup>3</sup> であり、総掘削土量の約15%であった。(2) 凝集剤は室内試験 (ロールプレス脱水試験, 圧密脱水試験) で最適と認められた塩化カルシウムと弱アニオン系ポリアクリルアミドを併用した。(3) 最大処理能力は処理固形分量で示すと、ベルト速度 1m/min の場合、約 1.1t/hr ( $\rho=1.08\text{t/m}^3$  で8.6m<sup>3</sup>/hr)。2m/min の場合、約1.5t/hr ( $\rho=1.08\text{t/m}^3$  で12m<sup>3</sup>/hr) であった。そして、その時の脱水ケーキの含水比はそれぞれ110~130%、120~150%、Fc は3~4mm、5~7mm であった。(4) 上記の最大処理能力を泥水シールド現場のシルト泥水と比較すると20~30%小さかった。この原因は泥水中の土粒子に吸着したポリマーによるものと考えられ、泥水の性状さらには圧密脱水性から確認した。(5) 放流水の性状は SS45~30mg/l, pH 7.3~8.6 であった。

### 1. まえがき

OWS-SOLETANCHE 工法などの泥水工法では、地盤掘削時にベントナイト泥水あるいはポリマー泥水を使用する<sup>1)</sup>。これらの泥水は一般に繰り返し使用される。しかし、掘削時には掘削土および地下水が、コンクリート打設時にはセメントが混入し、泥水の機能が低下し、泥

水は使用できなくなる。このように劣化した泥水は廃泥水と呼ばれ、最終的に廃棄しなければならない。また、工事終了時には、残余泥水が廃泥水として発生する。ところで当社では昭和45年に水質汚濁防止法が制定される以前から OWS 工場の廃泥水さらには各種土木工事で発生する濁水を対象として Mud Press 工法 (フィルタープレス方式) を開発し、幾多の実績をあげている<sup>2)~4)</sup>。

また、昭和50年には泥水シールド工場の排泥水を対象として Mud Press 工法（ロールプレス方式）を開発し、同様に成果をあげている<sup>5)6)</sup>。さらに、昭和54年には東京地区で発生する OWS 工事現場の廃泥水を一括収集して処理するため、集中処理センターを設置し、現在順調に稼働している。

これに対して、地方では、上記のような処理センターの設置はむずかしく、従来通り、各現場で個別に処理する必要がある。

さて、上述したように、ベントナイトあるいはポリマー廃泥水の処理は、今までフィルタープレス方式で行なっていたが、一試策として、現在泥水シールド工場の排泥水処理に採用している Mud Press 工法（ロールプレス方式）を某現場のポリマー廃泥水処理に適用した。

本報告では、この現場実績と泥水シールド工場のシルト泥水の処理実績とを比較し、その違いを泥水の性状、泥水の圧密脱水性等から考察した。

## 2. 廃泥水処理の各種方式

現場内で廃泥水を処理する場合で、現在処理装置がユニット化され、可搬式タイプのものには、凝集剤による固液分離・機械脱水・化学的固化の三つの工程を単独あるいは併用した方式がある。これら処理方式を図-1に示す。

図-1におけるⅠ～①の方式は Mud Press 工法（フィルタープレス方式）である。処理能力は、密度 1.10 t/m<sup>3</sup> の泥水を対象とした場合、3室容積が 0.75 m<sup>3</sup> のもので 3~4 m<sup>3</sup>/hr、2.25 m<sup>3</sup> のもので 7~9 m<sup>3</sup>/hr であり、処理土の性状は一軸圧縮強さで 0.4~0.6 kgf/cm<sup>2</sup> フォールコーン貫入量 (Fc) で 2~3 mm である。

Ⅰ～②の方式は、Mud Press 工法（ロールプレス方式）であり、(株)光洋機械産業と共同開発したロールプレス機を使用している。ベルト幅 1.7 m の処理機の能力はベルト送り速度 1 m/min で 4~8 m<sup>3</sup>/hr、同様に 2

m/hr で 6~12 m<sup>3</sup>/hr である。そして、処理土の性状はそれぞれ Fc で 3~4 mm、7~8 mm である。

Ⅱの方式は廃泥水に凝集剤を添加し、固液分離して得られたスラッジを機械脱水することなく、固化剤を添加混合し、化学的に固化する方式である。また、Ⅲの方式は、廃泥水を直接固化剤で化学的に固化する方式である。これらⅡおよびⅢの方式は当社がヘドロ固化処理工法として開発した Mud Fix 工法<sup>7)</sup>を適用した方式である。

当現場にはⅠ～②方式すなわち、Mud Press 工法（ロールプレス方式）を適用した。

## 3. 室内実験

### 3.1. 実験概要

処理に際して使用する凝集剤を選定するため、凝集スラッジの室内ロールプレス脱水試験および圧密脱水試験を行なった。

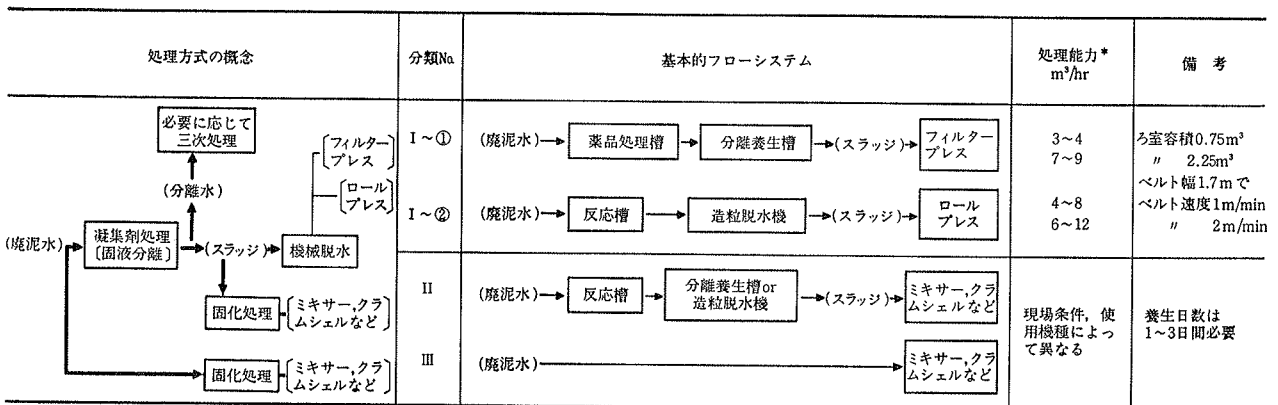
泥水は現場から使用中の泥水および劣化した泥水を採取し、供試した。

凝集剤には放流水の pH を考慮して、無機凝集剤として塩化カルシウム、硫酸バンドおよび塩化第二鉄を、有機系高分子凝集剤として弱アニオン系ポリアクリルアミドを使用した。

### 3.2. 結果

泥水に凝集剤を加えて生じた凝集スラッジを 2 mm のスクリーンで重力脱水して脱水スラッジをえ、この脱水スラッジをロールプレス機で脱水した。その結果、ロールプレス機で脱水した脱水ケーキの含水比は無機凝集剤の種類に影響され、塩化カルシウムを用いた場合、最も含水比が低く、硫酸バンドと塩化第二鉄では大差がなく、ともに塩化カルシウムより高いことが判明した。

また、上述の脱水スラッジを圧密脱水した際の結果を図-2に示す。同図から明らかなように、劣化した泥水の場合、無機凝集剤として塩化カルシウムを使用した方



\*廃泥水の密度は1.10t/m<sup>3</sup>とする

図-1 廃泥水処理の各種方式

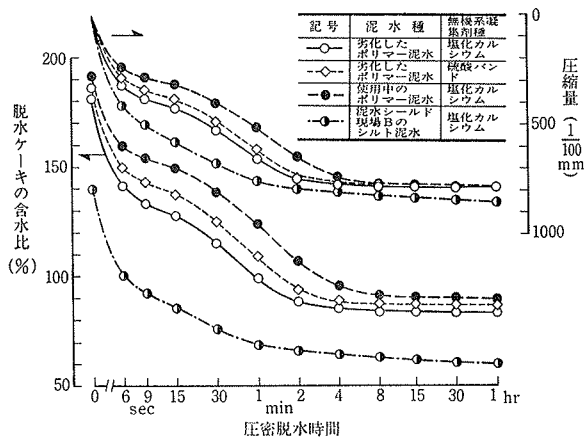


図-2 脱水スラッジの圧密脱水試験結果

泥水種	凝集剤		体積圧縮係数 mv cm <sup>3</sup> /kg f	圧密係数 Cv cm <sup>2</sup> /min	透水係数 K cm/min
	無機	有機			
劣化した ポリマー泥水	塩化カルシウム	弱アニオン系 ポリアクリルアミド	6.21×10 <sup>-1</sup>	3.17×10 <sup>-1</sup>	1.94×10 <sup>-4</sup>
劣化した ポリマー泥水	硫酸バンド	"	6.21×10 <sup>-1</sup>	2.23×10 <sup>-1</sup>	1.39×10 <sup>-4</sup>
使用中の ポリマー泥水	塩化カルシウム	"	6.15×10 <sup>-1</sup>	1.83×10 <sup>-1</sup>	1.13×10 <sup>-4</sup>
泥水シールド 現場Bのシールド泥水	"	"	6.83×10 <sup>-1</sup>	7.04×10 <sup>-1</sup>	4.81×10 <sup>-4</sup>

但し、平均圧密圧力0.4kg f/cm<sup>2</sup>

表-1 脱水スラッジの圧密定数

が硫酸バンドを使用するよりも脱水性が良く、先のロールプレス脱水試験の結果と一致していた。

さて、上記の試験結果から圧密定数を求めた結果を表-1に示す。無機凝集剤として塩化カルシウムを使用した場合の Cv 値は硫酸バンドを使用した場合の Cv 値の約1.5倍である。また、劣化した泥水と使用中の泥水とを比較すると、劣化した泥水の Cv 値の方が2倍弱大きく、劣化していない使用中の泥水の脱水性が悪いことがわかる。なお、脱水スラッジの圧密脱水試験については現在さらに検討中であり、追って報告する予定である。

以上の室内試験の結果から、現場で使用する凝集剤は塩化カルシウムと弱アニオン系ポリアクリルアミドの組合せに決定した。

#### 4. 現場の概要

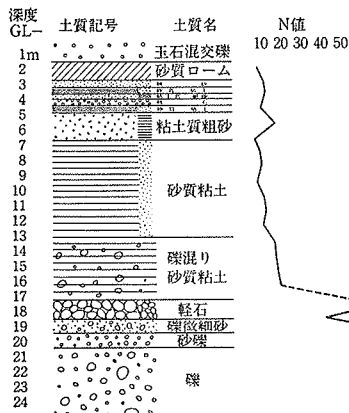


図-3 土質柱状図

#### 4.1. 工事概要

某市新庁舎建設工事のうちの地中連続壁工事で、仮設山留壁、地下外壁および支持杭を構築するものである。

当現場の総掘削土量は約6,000m<sup>3</sup>で、掘削地盤は図-3に示すように

砂・礫を主体とするものであった。

使用したポリマー泥水の調合はポリマー (OP-4) 0.5%, ベントナイト1.3%, 変質防止剤0.05%, 逸泥防止剤0.5%であった。

#### 4.2. 廃泥水の発生量と性状

廃泥水の発生量は約900m<sup>3</sup>であり、総掘削土量の約15%であった。

ところで、筆者らの調査によれば、図-4に示すように、廃泥水の発生量を総掘削土量との関係で整理すると両者の関係は掘削方式と使用泥水の種類の違いによって大略把握することができる。すなわち、当現場のようにポリマー泥水を用いて静止方式 (KELLY 等のグラブ掘削) で掘削した場合には廃泥水量は掘削土量の6~20%の範囲にある。当現場のその値は約15%であり、この調査結果と対応している。また、ベントナイト泥水を用いて静止方式で掘削した場合には20~60%の範囲にある。そしてベントナイト泥水を用いて循環方式 (CIS 等) で掘削した場合には50~100%の範囲にある。

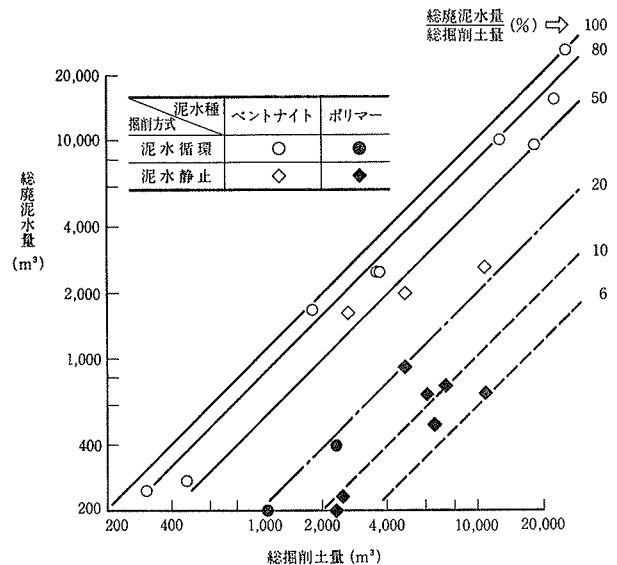


図-4 掘削土量と廃泥水量の関係

廃泥水の性状は密度 1.06~1.18 t/m<sup>3</sup> (平均1.08 t/m<sup>3</sup>), 粘土分49%, シルト分42%, 砂分9%, 液性限界124%, 塑性指数82, pH 9~10 であった。

#### 4.3. 処理システム

図-5に示すように、廃泥水をまず凝集反応槽に送る。そこで、無機凝集剤として塩化カルシウムを、引き続いて有機系高分子凝集剤として弱アニオン系ポリアクリルアミドを添加し、廃泥水中の懸濁土粒子を凝集させ凝集フロックとする。このフロックを造粒脱水機に自然流下によって送り、さらに大きなフロックに造粒したのち、過剰の水分を円筒スクリーンで分離し、脱水スラッジとする。そして、この脱水スラッジをロールプレス

型脱水機に自然流下によって送り、特殊構造を有する送りベルト<sup>5)</sup> (ベルト速度 1 m/min or 2 m/min) を通して4段のプレスローラで加圧脱水する。また、両脱水機で分離された水および円筒スクリーンと送りベルトの洗浄水はいったん下の沈殿槽に貯蔵し、沈殿槽からオーバーフローする水を下水道に放流する。

現場の処理状況を写真-1, 写真-2に示す。

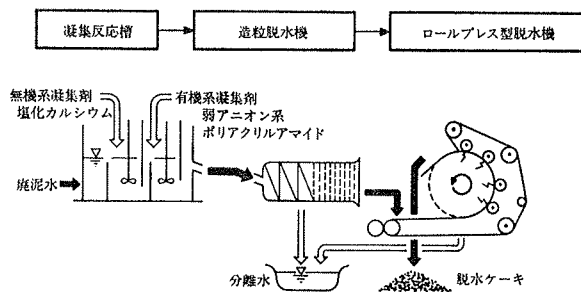


図-5 廃泥水処理フロー

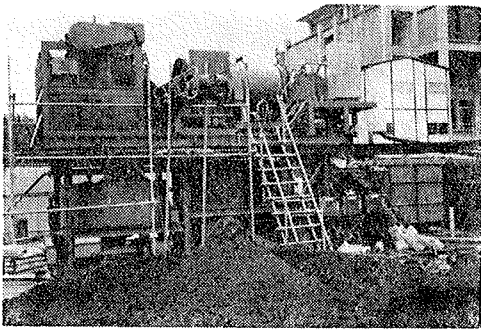


写真-1 ロールプレス機の全景

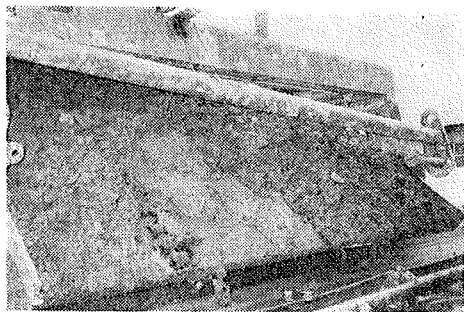


写真-2 脱水ケーキの発生状況

## 5. 現場処理実績

### 5.1. 凝集剤

室内実験の結果から、当現場の廃泥水処理に使用する凝集剤は塩化カルシウムと弱アニオン系ポリアクリルアミドの組合せが最適であることが判明した。そこで、当現場では上記凝集剤を使用した。

なお、現場では随時凝集剤試験を行ない、凝集剤添加濃度を決定した。その一例を示すと、密度 1.08 t/m<sup>3</sup> の泥水に対して塩化カルシウム 2,600 ppm, 高分子 140 ppm

であった。

### 5.2. 最大処理量

一般に、ロールプレス方式による廃泥水処理は、廃泥水の性状・凝集剤の種類と濃度・ベルトの送り速度・ロールの圧力等に影響される。

当現場では主に廃泥水の密度とベルト速度に影響されていた。

ベルト速度が 1 m/min のときの最大処理量は約 1.1 dry-solid t/hr ( $\rho=1.08 \text{ t/m}^3$  で 8.6 m<sup>3</sup>/hr), 同様に 2 m/min で約 1.5 d-s t/hr ( $\rho=1.08 \text{ t/m}^3$  で 12 m<sup>3</sup>/hr) であった。

さて、当現場の処理能力を泥水シールド現場の実績と比較し、結果を表-2に示す。同表に示すように、ポリマー廃泥水の処理能力は泥水シールドのシルト泥水に比べて20~30%小さい。この原因は、泥水中の粘土・シルト含有量が多いだけでなく、沖積土に比べて液性限界が高いことからわかるように土粒子に吸着したポリマーの影響によるものと考えられる。

泥水種	処理泥水の性状					最大処理能力	
	粒 度			コンシステンシー		ベルト送り速度	
	粘土分	シルト分	砂分	LL	PI	1m/min	2m/min
ポリマー廃泥水	49 %	42 %	9 %	124	82	1.1 d-s t/hr	1.5 d-s t/hr
泥水シールド現場Aのシルト泥水	40	47	13	75	41	1.4	1.9
泥水シールド現場Bのシルト泥水	38	36	26	53	25	1.5	2.1

表-2 ロールプレス方式の処理能力比較

ところで、泥水シールド現場のシルド泥水の脱水スラッジの圧密定数は前掲の表-1に示している。同表から明らかなように、ポリマー廃泥水の Cv 値は泥水シールド現場のシルト泥水の1/2弱であり、最大処理量がポリマー廃泥水で小さいことと対応している。

### 5.3. 脱水ケーキの性状

#### 5.3.1. 処理固形分量とフォールコーン貫入量 結果

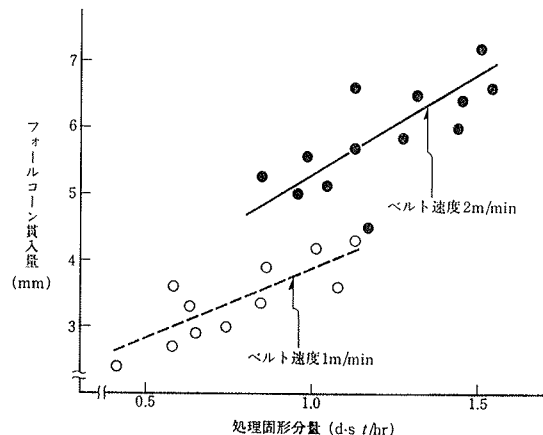


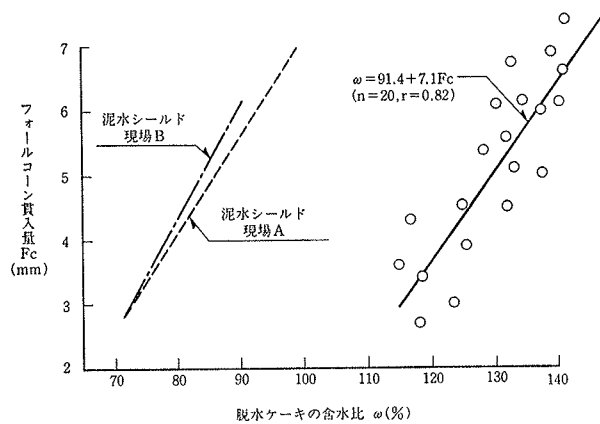
図-6 処理固形分量とフォールコーン貫入量

は図一6に示す。ベルト速度が1 m/min の場合には Fc は3~4 mm, 同様に2 m/min の場合には5~7 mmであった。

そして、いずれのベルト速度の場合にも処理乾土量の増大とともに Fc は増大し、先に報告した泥水シールド現場での結果<sup>6)</sup>と違う結果が得られた。

**5.3.2. 含水比とフォールコーン貫入量** 脱水ケーキの含水比はベルト速度が1 m/min の場合には110~130%, 同様に2 m/min の場合には120~150%であった。処理固形分量との関係では含水比も Fc と同様に処理量とともに増大した。

さて、図一7は脱水ケーキの含水比と Fc の関係を示すものである。当現場の含水比も Fc とよい相関を示した。なお同図には泥水シールド現場での実績も併記した。ポリマー廃泥水の脱水ケーキの液性限界も先に報告した泥水シールド現場のシルト泥水と同様に不攪乱状態で Fc が5 mm を示す含水比とほぼ一致していた。以上の結果から、ポリマー廃泥水をロールプレス方式で処理した場合も液性限界付近まで脱水されることが判明した。



図一7 脱水ケーキの含水比とフォールコーン貫入量

**5.4. 放流水の性状**

放流水の性状は SS 45~30 mg/l, pH 7.3~8.6 であり、下水道に放流することができた。

**6. まとめ**

某地中連続壁工事で発生したポリマー廃泥水の処理に

Mud Press 工法 (ロールプレス方式) を適用し、無事工事を終了することができた。その際の処理実績は以下の通りである。

(1) 当現場の廃泥水の総発生量は約 900 m<sup>3</sup> であり、総掘削土量の約15%であった。

(2) 凝集剤は室内実験 (ロールプレス脱水試験, 圧密脱水試験) で最適と認められた塩化カルシウムと弱アニオン系ポリアクリルアミドを併用した。

(3) 最大処理能力は処理固形分量で示すとベルト速度1 m/min の場合約 1.1 t/hr ( $\rho=1.08 \text{ t/m}^3$  で 8.6 m<sup>3</sup>/hr), 2 m/min の場合約 1.5 t/hr ( $\rho=1.08 \text{ t/m}^3$  で 12 m<sup>3</sup>/hr) であった。そして、その時の脱水ケーキの含水比はそれぞれ、110~130%, 120~150%, Fc は3~4mm, 5~7 mm であった。

(4) 上記の最大処理能力を泥水シールド現場のシルト泥水と比較すると20~30%小さかった。この原因は泥水中の土粒子に吸着したポリマーによるものと考えられ、泥水の性状さらには圧密脱水性から確認した。

(5) 放流水の性状は SS 45~30 mg/l, pH 7.3~8.6 であった。

おわりに、本研究を行なうにあたり、現場測定に協力して下さった東京本社特殊工法部の山田卓司、林田誠の両氏および現場の方々へ深く謝意を表します。

**参考文献**

- 1) 喜田, 川地: 大林組技術研究所報, No. 10, (1975), p. 46
- 2) 喜田, 斎藤: 大林組技術研究所報, No. 9, (1974), p. 111
- 3) 喜田, 斎藤: 大林組技術研究所報, No. 11, (1975), p. 135
- 4) 喜田, 辻: 大林組技術研究所報, No. 17, (1978), p. 86
- 5) 喜田, 辻: 大林組技術研究所報, No. 15, (1977), p. 95
- 6) 喜田, 辻, 漆原: 大林組技術研究所報, No. 18, (1979), p. 100
- 7) 喜田, 久保, 炭田, 辻: 大林組技術研究所報, No. 14, (1977), p. 109