

東京電力(株)

大塚 駿生

前田建設工業(株) 正会員 山田 一宇

" " 山村 健

### 1. まえがき

最近、場所打ちコンクリート坑は中6.0mのリバース坑の床面など大口径化が著しく、中2.0m～中3.0mの大口径坑は最早一般化し、その施工実績も数多く示されている。掘削機械の能力向上ということが大口径化を促進したものと考えられるが、その反面場所打ちコンクリート坑の問題点として工法発展途上で日々されて来た諸弊が未解決のままで現在に至っていることも見逃せない事実である。

その一つに掘削孔底に沈積するスライムの問題がある。スライムの有害性については今更言及するまでもないが、基礎の沈下、打設コンクリートの不良化など基礎の機能を損なう恐れすらあることを考えると、場所打ちコンクリート坑の施工管理上の重要な課題の一つと言える。スライム除去方法についてこの研究開発は過去各方面で実施され、相当の効果を上げているものも少なくはないと思われるが、決定的な手段と言えるものはなく未だ標準中であるのが現状である。

そこで、我々は從来行なわれて来た代表的なスライム除去方法であるトレンチ管を使用するサクション方式とこれにウォータージェットを併用する方式の2方式について実物大模型試験を行ない、各々の処理効果の比較検討を行なうこととした。

### 2. 試験方法及び装置

試験は中2.7m、 $\varnothing=5.5\text{m}$ のリバース工事用ケーシングパイプを坑内見て孔底に1.0m程度の人工スライム(多摩産山砂)を孔内に湛水後投入沈積させこれを処理する方法を実施した。

試験装置はフローチャート(図-1)に示すよう配慮とした。即ち、スライムは孔内に挿入したトレミー管(Φ200mm)を介し サクションポンプ(日立S-200、流量4t/min、口径150mm)で吸上げ、ウォータージェットは送水ポンプ(BG-30型、吐出量540L/min、吐出圧力18kg/cm<sup>2</sup>)から電磁流量計を経由して、ケーシングパイプ内の噴射装置のノズル孔から噴射することとした。水槽、ケーシングパイプ間の泥水の循環は、各水槽内に設置した水中ポンプ(6インチ、6台)に行なった。循環水は試験後の後処理等の実験から清水を使用した。

また、ケーシングパイプにはスライム除去状況、ジェット噴射状況を観察するための観測窓(幅10cm)を周辺4ヶ所に設けた。

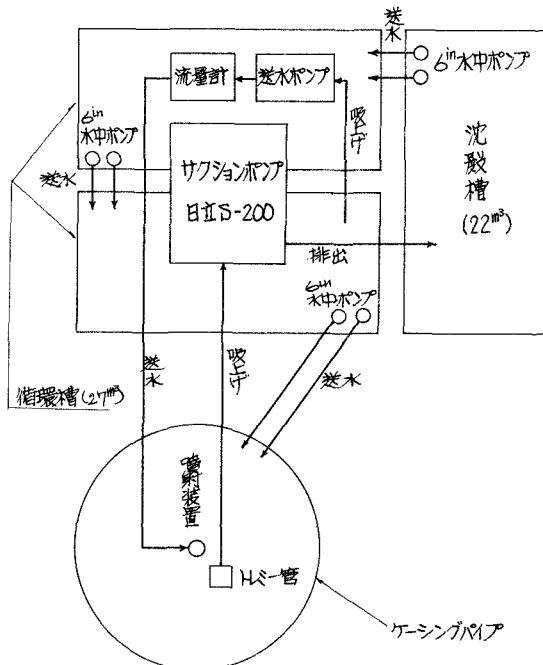


図-1 試験装置フローチャート

### 3. 試験内容及び結果

#### 3.1. 吸上げ単独方式

杭径の比較的小さい場合打ちコンクリート杭のスライム除去方法として最も一般的に実施されている方法であるが、その処理効果を確認するため、杭中央部1ヶ所のみの吸上げとした場合、及び杭中央部と杭周辺部4ヶ所の計5ヶ所の吸上げとした場合の2つのケースについて試験を行った。

中央部のみの場合、吸上げが進行しトレミー管の先端が孔底に着いたときに止む。周辺部ではスライム面の変化が殆ど見られず(観測窓の觀察による)、吸上げ範囲が予想以上に小さなものであることが解った。

試験後の被覆結果によると、吸上げ範囲は70cm程度(約10°の勾配を持つスリバナ状)しか除去されていなかった。中央部・周辺部の5ヶ所吸上げの場合、スライム除去状態はトレミー管降下位置では極めて良好であったが、吸上げ範囲が小さいため中央部のみの場合と同様スリバナ状除去が留まり、吸上げ個所の中居位置にスライムが残された。しかし、吸上げ個所が多いことから各吸上げの干涉が見られ、最高スライム高さは30cm~50cmであった。(スライム充積高、約65cm)

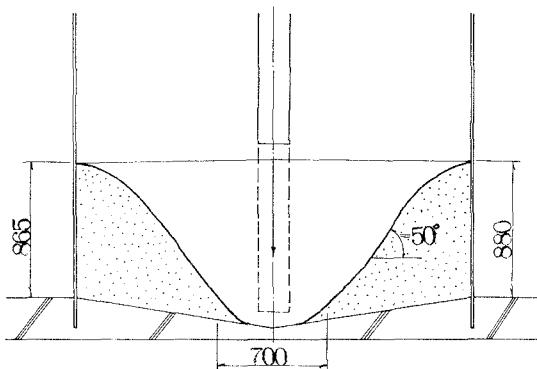


図-2 中央部のみ吸上げ

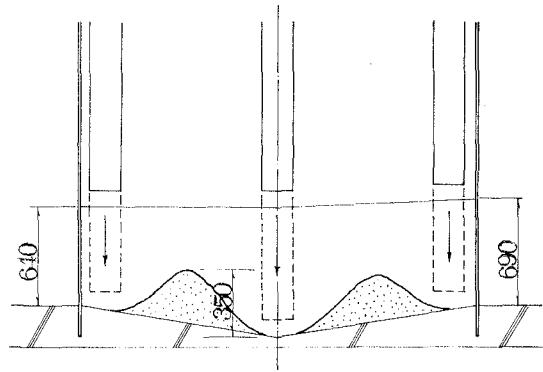


図-3 5ヶ所吸上げ

#### 3.2. 中央噴射方式

ケーシングパイプ中央に噴射装置(図-4)、その近傍にトレミー管を配置し噴射装置を回転しつつウォータージェットを孔壁方向に噴射し、トレミー管の吸上げ範囲外となる部分のスライムを攪乱浮遊させて吸上げる方法である。図-5によるとスライムの除去状態は良好といえるが、これはジェットにより攪乱されたスライムの通過時間が極めて短い。

しかし、ジェットの通過距離が長いこと、スライムがジェットにより周辺部へ吹き寄せられ吸入口への移動が起らなかったことが原因と考えられる。

試験結果、吸上げによって生じたスリバナ状凹部の側斜面と噴射装置が接触し、回転不能となり、図-5の状態が終了せざるを得なかつた。

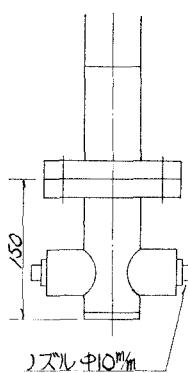


図-4 中央噴射装置

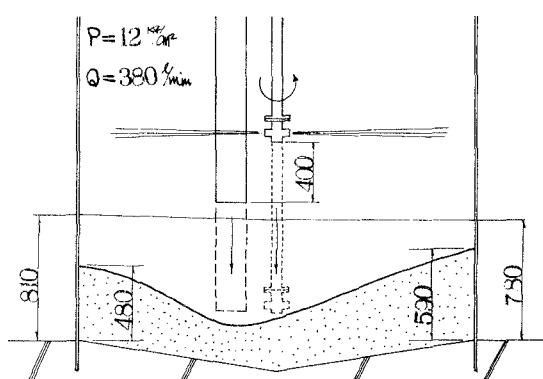


図-5 中央噴射方式

### 3.3 周回噴射方式

T字形アタッチメント(図-6)を使用し噴射方向を変化させ2通りの試験を行なった

① 水平噴射: 水平方向にウォータージェットを噴射し、そのエネルギーでロッドを回転させると共にスライムの攪乱運動を行ない、トレミー管ごと吸上げる方法

② 下方噴射: 下方130°の角度(リバース航三翼ビットの孔壁噴射角+同一角度)でウォータージェットを噴射し、ロッドを回転させながら

トレミー管の吸上ヶ範囲外となるスライムを周辺部から中央部へ送り吸口部へ移動させ吸上げる方法

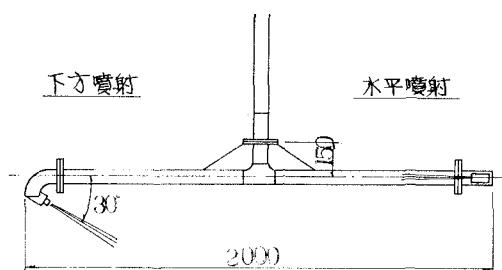


図-6 T字形アタッチメント

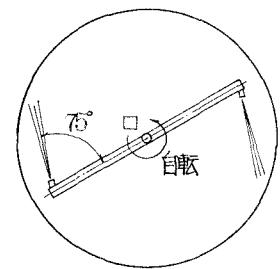


図-7 水平噴射

①の場合 図-8に示すようにスライムが殆ど除去されず、スライム面と平行な状態となった。この原因としては、1)ズレの自転を可能とするためトレミー管の位置を1ズレの上方となるよう設置したため吸口部とスライムとの距離が開き過ぎ、吸上げ効率が悪かったこと、ウォータージェットが孔壁に沿って噴射されるためスライムを吸口部へ移動させられなかつたことが挙げられる。そのためこのようにスライム面の隙下が無かつたため1ズレがスライムに接触し、回転不能となり図の状態で終了せざるを得なかつた。

②の場合 図-9に示すようにスライムの除去状態が極めて良好であった。当初懸念された孔壁付近のジェット噴射外となる部分が取り残しつつも、残留量が微少であり、支持力不足の原因となるものも無かつた。

この理由としては、トレミー管を1ズレに対して40°先行させ、噴射角度を30°とした場合ちょうど吸口部へスライムを移動させることとなり、吸口部附近でウォータージェットが交差し激しく攪拌されることと併せ、吸上げ効率が著しく高められたこと、30°という角度が一般的な砂の安息角に近い角度であるため、スライムの表面に沿ってウォータージェットが噴射されることとなり、スライムの掻乱移動の効果が高かつたことが考えられる。また鉛直から外側となるスライムが鉛直カゴと抑えられ、ウォータージェットの噴射範囲内に繰り返して来るにこじらねられただけでなく、ケーシング内の半周に鉛直カゴと組立て設置した際の試験を行なつたが、このような現象は全く見られなかつた。

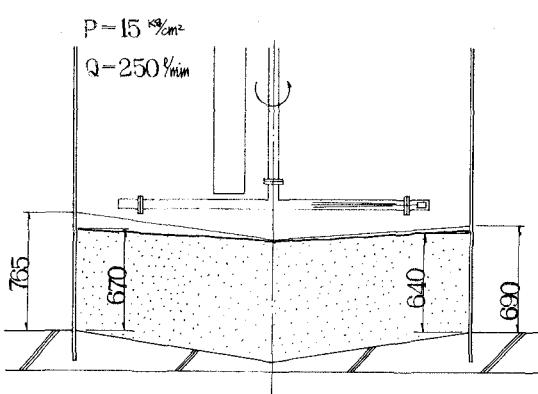


図-8 水平噴射

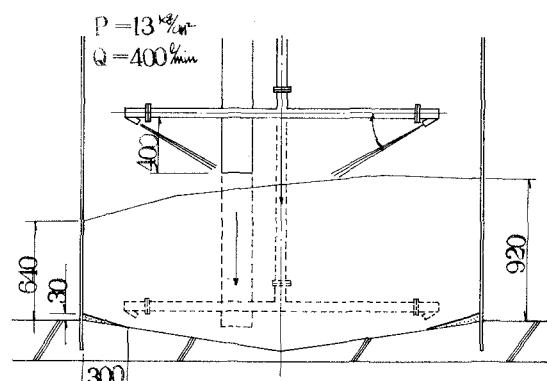


図-9 下方噴射

### 3.4. 環状噴射方式

リング状のパイプに36個(中3% 2個, 中2% 24個)の噴射孔を設けたリングノズル(図-10)を使用し、中央部に向けたウォータージェットを噴射し、トレミー管で吸い上げる方式である。試験用リングノズルをパイヤーで吊り下げる、スライムの除去と共に自重で降下させる方法を採用したが、約60cm降下した時までスライム面にリングノズルが支持される状態となり自重による降下ができなくなり中断せざるを得なくなつたためスライムの除去状態が良好とは言えなかつた。また、実際の工事への適用性という面から考えても、このようないングノズルを深い掘削孔内へ挿入する作業が難しいことから、当方式での処理は実現性がないと言える。

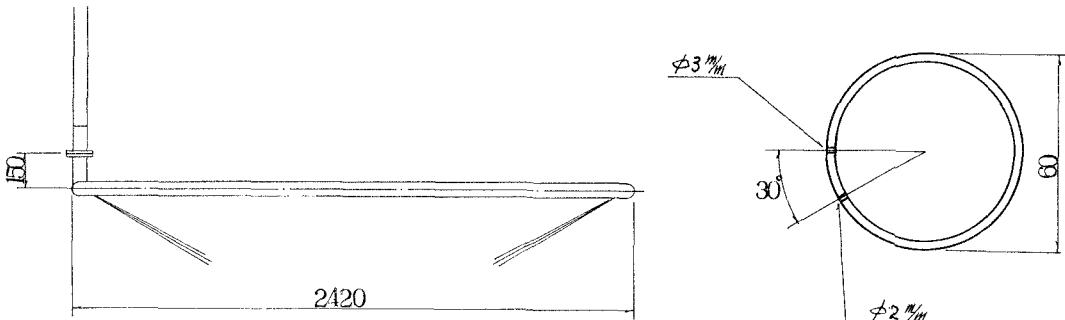


図-10 環状噴射用リングノズル

### 4.まとめ

一般的リバース工事における泥水(自然泥水或いはベントナイト泥水)と異なり、粘性・比重共低い清水を循環水として使用したためウォータージェットの噴射能力、スライムの状態などに若干の差はあると思われるが、今回の試験を通じて判明した事項を列挙すると、

- ① トレミー管による吸上げは、その影響範囲が70cm程度といえ、大口径坑のスライム処理方法として限界がある。別途、吸上げ個所数を増しても孔底全域をカバーすることは事实上困難であり、効果的処理は望めないものと考えられる。且し、強力な吸上げ能力が他の補助手段と併用することによりスライム除去を大きく導くものと考えられる。
- ② ウォータージェットの効用はスライムの攪乱浮遊といより掃流力によるトレミー管吸口部へのスライムの移動と考えるべきである。
- ③ 上段との関連及び孔壁、孔底の損傷防止の面から、噴射方向は周辺部から中央部とし、孔底と同一勾配とすることが最適である。(日立式リバースの場合 30°)
- ④ ウォータージェットを中央部(トレミー管吸口部付近)と交差させることは、スライムの攪乱浮遊をより高めることとなり、吸上げ効率が向上し効果的な手段である。
- ⑤ 施工精度上、噴射装置を孔壁から30cm前後離す必要があるが、噴射範囲外に残置されるスライムは微少であり、基盤応力機能を著しく低下させる要因となるほどのものではなかつた。