

# 宮崎処理場増設工事（水処理施設9号池と雨水滞水池の新設工事） 沈殿池ピット部の止水工と基礎工における浅層改良工の施工 スーパーミキシング工法

岡本 浩文

宮崎処理場は宮崎市の大淀川左岸地区を対象とした下水処理場であり、公共用水域の水質保全と環境整備を目的として昭和43年から建設が始まり、昭和53年から供用が開始された。昭和43年当時の宮崎市の人口は約20万人であったが年々人口が増え、平成22年までには約40万人を超え、それに伴い下水処理能力の需要も増え、宮崎処理場の処理施設の増設が行われてきた。

宮崎市の下水処理方法は合流式（汚水と下水を同一の管きょで排除し処理する方式）であり、今回JVが施工したのはそのうちの9号処理施設（最初沈殿池、反応タンク、最終沈殿池）と雨水滞水池である。

本稿では、宮崎処理場の固有の施工条件と近隣対策を考慮して施工を行った新しいセメント攪拌工法とピット部の止水工について説明する。

キーワード：スーパーミキシング工法、浅層改良工、井戸枯れ、粉じん対策、薬液注入工、地下水位

## 1. はじめに

宮崎処理場は大淀川河口に位置し、(図-1参照)現場のすぐ隣はちりめん工場であった。

着工にあたり留意したことは、近隣に宮崎漁業協同組合のちりめん工場があり、各工場とも井戸水を使用しているため、①粉じん対策を十分に行い、ちりめんの製作に損害を与えないこと、②井戸枯れを起こさないよう、地下水位の低下には十分注意し、井戸の水位観測を行うこと、の2点であった。

本稿では粉じんの飛散と井戸枯れ対策に留意した施工方法について、前半ではピット部の止水工を、後半では新しいセメント攪拌工法について報告する。

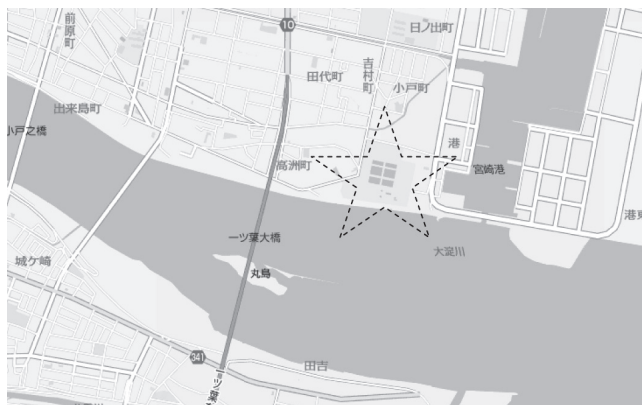


図-1 宮崎処理場位置図

## 2. 宮崎処理場9号処理施設・雨水滞水池の概要

今回施工した9号処理施設及び雨水滞水池は写真-1の通り、宮崎処理場敷地内の端部に位置している。

発注図面の柱状図によるとGLから約3.5mは埋立土であり、その下の地山は礫混じり砂層と砂礫層であった。礫混じり砂層をセメントにて改良し、置き換えることにより水処理施設と雨水滞水池の基礎とする設計であった。

柱状図によると地下水位はGL - 4.0m ~ - 1.5mであり、床付が一番深い箇所でもGL - 6.7mであったため、掘削時とセメント改良時の湧水処理が課題であった。また隣接する漁協の井戸の水位はGL - 4.5mでありほぼ現場の地下水位と同様であった。



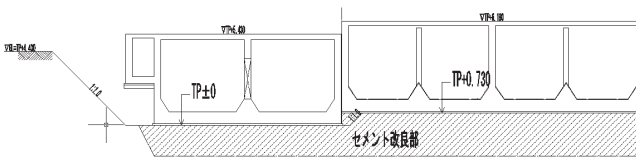
写真-1 現場着工前全景

### 3. 地下水に対する課題

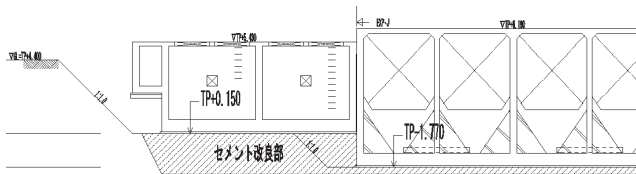
土工事の着工に先立ち、場内の埋設物調査も兼ねて試掘を行った結果、地下水位はほぼ海水面と同じTP ± 0 (GL - 4.45 m) であり、また海に近いことから潮の干満にも影響を受けていた。

このことより以下の施工条件が判明した。

- ① 図一2の一般部では床付けは湧水処理の必要はないがセメント改良部は地下水位以下である。
- ② 図一3のピット部では床付けが地下水位以下であるので湧水処理が必要である。セメント改良部も地下水位以下である。



図一2 水処理施設・雨水滞水池断面図 (一般部)



図一3 水処理施設・雨水滞水池断面図 (ピット部)

地下水位を下げるためにはウェルポイント等が考えられるが、先に述べたちりめん工場の井戸まで枯れてしまう可能性があるため、写真一2のピット部にポンプを設置し釜場排水で対応することとした。



写真一2 水処理施設ピット部水位状況

またピット部は鋼矢板で仮締切を行い、ポンプによる釜場排水を行うことにより、井戸への影響を最小限に抑える工法で掘削床付を行った。

### 4. 既設水処理施設ピット部からの湧水対策工

ピット部を鋼矢板にて仮締切を行い掘削を行ったが写真一3の通り既設側から湧水があり、それを止める必要が生じた (湧水量は約 1.0 m<sup>3</sup>/分)。

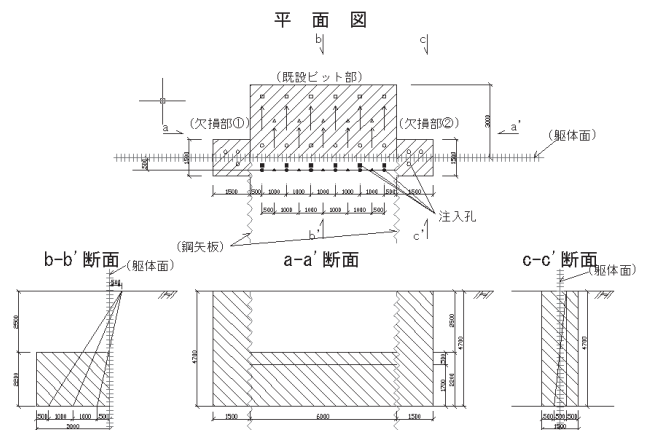
今回の施工部と既設側は連続構造物となるため、既設側を鋼矢板や親杭横矢板で土止めすることは構造上不可能であったため薬液注入工で止水を行った。



写真一3 水処理施設ピット部湧水状況

工法の選定にあたっては、地盤の状態、注入目的、経済性等を考慮して以下の通りとした (図一4)。

- ① 既設ピット下部、左右の欠損部の前列については地下水の流れがあることを想定して二重管ストレーナー工法 (単相式) で施工する。
- ② 欠損部の中・後列については、より注入効果が高めるために浸透注入を目的として、二重管ストレーナー工法 (複相式) で施工する。

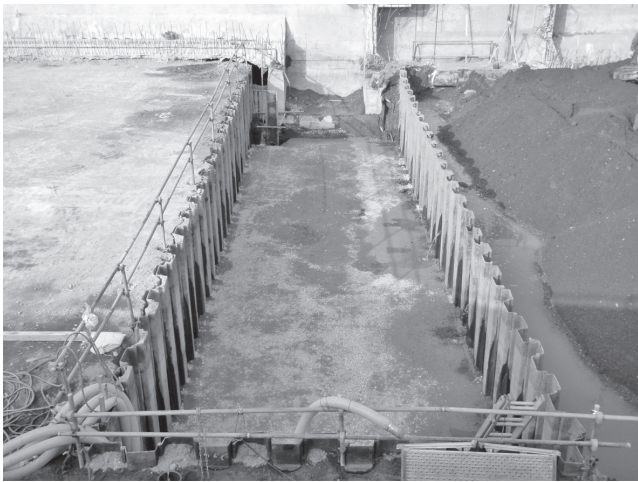


図一4 薬液注入計画図

注入条件は以下の通りとした（財団法人建設物価調査会 土木工事積算基準マニュアル平成20年度版に準拠）。

- ①ゲルタイム＝瞬結タイプ：5～10秒，緩結タイプ：1分～5分
- ②注入圧力＝初期圧＋1～2 kg/cm<sup>2</sup>
- ③注入速度＝単相式：18 l/分，複相式：14 l/分
- ④注入率＝40.5%（砂質土）
- ⑤注入比率＝（瞬結）：（緩結）＝1：1

薬液注入による止水によりピット部の床付が完了した（写真－4）。



写真－4 水処理施設ピット部床付完了

## 5. 水処理施設・雨水滞水池基礎部の浅層混合処理

### (1) セメント添加量の決定

対象となる土を採取し、セメント添加量を決定するための配合試験を行った。使用するセメントは設計書に示されていた高炉B種を使用した。試験方法は以下の通りである。試験はセメント協会標準試験方法「セメント系固化材による安定処理土の試験方法（JCAS L-01）」、地盤工学会基準「安定処理土の突固めによる供試体作製方法（JGS0811）」、「安定処理土の静的締固めによる供試体作製方法（JGS0812）」および「安定処理土の締固めをしない供試体作製方法（JGS0821）」に準拠して行った。

- ①室内試験は添加量 80 kg/m<sup>3</sup>、100 kg/m<sup>3</sup>、120 kg/m<sup>3</sup>、150 kg/m<sup>3</sup>の4種類で行い、一軸圧縮強度と添加量のグラフから所定の設計強度が得られる添加量とした。
- ②セメント協会「セメント系固化材による地盤改良マニュアル（第二版）」より（現場／室内）強さ比は1/2とした。

- ③現場目標強度＝550 kN/m<sup>2</sup>であるので室内目標強度＝1100 kN/m<sup>2</sup>とした。  
試験結果より添加量は145 kg/m<sup>3</sup>とした。

### (2) 施工方法の決定

宮崎処理場の立地条件については先に述べたが、セメント改良を行うにあたり以下の課題があった。

- ①置換土をセメント改良するにあたり、場内に別途攪拌ヤードを設けた場合、セメントの飛散が避けられず風向き等天気によって左右される。一方、ちりめん工場ではちりめんを天日乾燥させるため、セメントの飛散は少量でも許されない。
- ②地下水位が床付高とほぼ同じであるため、置換するためには更に置換部を掘り下げなければならない。そのためには排水が必要であるが、井戸枯れや既設水処理施設下からの湧水の処理等の問題がある。
- ③バックホーによる混合処理は、混合の度合いがオペレーターの技量によるところが大きく、ムラが出やすいため、将来不等沈下の可能性がある。
- ④改良厚が最大で2.5 mであり、地下水位を考慮すると30 cm 撤出しの施工は困難である。

以上のことから、最良の施工方法を検討した結果、インターネットの検索でヒットした新しいセメント攪拌工法を採用することを決定した。またセメントの攪拌については攪拌ヤードを別途設けずに置換部で攪拌を行う「表面散布方式」とした。

## 6. 施工フロー

### (1) セメント添加量の確認

セメント1袋（1t）に対する土量を検収するため、写真－5のように改良厚に応じた改良面積のマス目を地面にマーキングし、セメントを配置した。



写真－5 セメント検収状況

## (2) セメントの散布

セメントをマス目に従い散布した（写真一六）。散布は攪拌バックホーとは別のバックホーまたはクレーンにて行い、3列1ブロックを目安として施工した。



写真一六 セメント散布状況

## (3) セメントの攪拌（写真一七）

新しいセメント攪拌工法はベースマシーンにバックホー 0.9 m<sup>3</sup> を使用し、バケット部分に横軸式の攪拌翼を持った攪拌装置を取り付け、セメントと現地土を混合攪拌する工法である。



写真一七 セメント攪拌状況

## (4) 出来形・品質管理

施工中の管理項目として改良深さの管理を行った。

改良深さを確認するため、予めアタッチメント部に改良深さをマーキングしておき、オペレーターが所定の深さまで攪拌装置を挿入することにより所定の深度まで攪拌されていることを確認した（写真一八）。



写真一八 攪拌深さの確認状況

また施工中は攪拌土の品質管理として供試体を作製し、7日後と4週後に一軸圧縮試験を行い、強度を確認した。

当初、攪拌施工前の地盤高は設計通りで行ったがセメントを添加するとその分の容積が増え、結果として土が余ることが想定された。そのため予め地盤高を設計高さより低く掘り下げることも想定したが、逆に土が不足し追加する事態が発生し、今回のように均質の砂礫土では逆に最初の地盤高を高めめに設定する上げ越しを考慮する必要があった。

## 7. 施工結果

今回の施工の品質管理として、セメント攪拌完了後、現地土で供試体を作製し、7日後と4週後に一軸圧縮強度の試験を行った。

その結果、各供試体とも現場目標強度の 550 kN/m<sup>2</sup> に対して2倍の 1100 kN/m<sup>2</sup> に近い強度が発現した。（最大で 2000 kN/m<sup>2</sup> 程度の供試体もあった。）

この原因として考えられるのは①対象となる土が均質な砂礫土であったため攪拌装置によりムラなくセメントと攪拌された。②地下水位が高く十分な含水比で施工でき、セメントの水和反応が十分に行われたことなどである。

平板載荷試験（写真一九）結果についても必要支持力の 550 kN/m<sup>2</sup> の3倍である 1650 kN/m<sup>2</sup> まで荷重をかけて試験を行ったが、極限支持力までは到達せず、沈下量も 1 cm 以下であり、十分な地耐力があると確認された。



写真—9 平板載荷試験状況



写真—10 宮崎処理場9号処理施設・雨水滞水池全景

## 8. おわりに

本工事で採用した新しいセメント攪拌工法は「スパイラルカット型スーパーミキシング工法」（以下スーパーミキシング工法）といい宮城県多賀城市の(株)金橋が開発した工法である。最大の攪拌深さが3.5mであり、セメント混合の仕上がりにムラがなく宅地造成や建築の基礎工事での施工実績も豊富であったため、採用を決定した。

セメントの添加量を決めるため行った室内試験では（現場／室内）の強さ比は1/2としたが今回の施工では室内試験と同等の強度が得られた。今回のようにスーパーミキシング工法で施工し、改良を行う土の条件（粒度、含水比）が良い現場では強度比1/1.5程度でも十分な強度が得られたと想定される。ただしこれはこの現場のデータのみであるので他工事のデータと比較する必要があると思われる。

また、スーパーミキシング工法による表面散布方式で施工することにより、改良に使用する土の運搬仮置が必要なくなり、またセメント攪拌の施工を最初沈殿池、反応タンク、最終沈殿池それぞれ2～3日で完了することができたため、工程の短縮にもつながったことも追記しておく。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) セメント協会：セメント系固化剤による地盤改良マニュアル（第二版）
- 2) 助建設物価調査会：土木工事積算基準マニュアル 平成20年度版

### 【筆者紹介】

岡本 浩文（おかもと ひろふみ）  
大成・大和開発・旭洋 建設工事共同企業体

