

淀川左岸線正蓮寺川工区左岸基盤整備試験工事について

大阪建設局工事部工事管理課 高田 晴 夫
大阪建設局工事部工事管理課 吉 原 聡
大阪建設局此花工事事務所 本 多 則 雄

要 旨

大阪市道高速道路淀川左岸線正蓮寺川工区においては、右岸側の基盤整備・河川代替施設等が完了し、左岸側の基盤整備が予定されている。正蓮寺川工区左岸部基盤整備工事にあたっては、右岸側基盤整備工事での実績、課題を踏まえて施工性・経済性に優れた工法を検討した。その中から5工法を採用し、現場実地試験工事を実施した。本試験工事は、河川内底質土砂の処理方法・臭気対策・減量化工法について本施工に向けた施工性・経済性を確認するため、圧密促進工法1件、底泥処理工法4件について行った。本論文では、各工法の概略な理論を説明し試験概要・試験結果について示す。

キーワード：基盤整備、底質土処理、底質土臭気対策、圧密促進

はじめに

大阪市道高速道路淀川左岸線の正蓮寺川工区は、一級河川正蓮寺川河川内であることから施工中・完了後も河川機能を維持することが必要である。正蓮寺川の右岸側半分を鋼管矢板で締切り（半川締切）河川機能を維持しながら右岸部の基盤整備が実施され、右岸部に河川代替施設および下水道施設の築造工事が施工されている。

左岸部の基盤整備にあたっては、右岸側基盤整備工事で問題となったセメント系固化材による盤膨れや掘削時に発生するアンモニア臭の防止、地元住民からの要望等により資材搬出入は海上輸送等によることを原則とした施工方法を検討する必要がある。また、正蓮寺川付近の地域は海拔0 m以下であり、当該地域の雨水はポンプアップして正蓮寺川に放流されている。このため下水施設完了までの間、仮排水路を確保する必要がある。そのため左岸側の基盤整備方法について、平成11年

度に種々の工法を検討した結果、4つの工法を選定し試験工事を実施し、平成12年度に新たに1つの試験工事を実施している。本論文ではこれらの試験工事概要と結果について述べる。

1. 試験施工の目的と方法

1-1 試験施工の目的と方法

左岸部基盤整備で検討する項目は、①仮排水路の確保②ヘドロ改良処理による減量化③臭気対策である。仮排水路の確保に対して大気圧載荷工法を、ヘドロ改良処理による減量化・臭気対策に対して管中固化工法・ヘドロ粒状化工法・疎水化脱水工法・遠心分離機十中性固化工法を試験施工し、工法の信頼性、本施工に向けた施工性・経済性を確認することを目的とする。

1-2 堆積ヘドロの土質概要

川底に堆積している基本的な土質性状を把握す

表-1 堆積ヘドロの土質性状

土層名	層厚 (m)	土粒子の密度 (t/m ³)	自然含水比 (%)	粒度組成 (%)		液性限界 (%)	塑性限界 (%)	塑性指数 (%)
				粗粒分	細粒分			
浮遊ヘドロ	2.8	2.285	220	1	99	160	62	98
定着ヘドロ	1.2	2.292	155	5	95	148	58	90

るとともに、各試験工事を計画に必要な基礎資料を得るため、ボーリングやサウンディングなどの土質調査及び室内試験を実施した。

堆積ヘドロは、含水比が150%以上の値で、液性限界よりも10%~60%程度高い値をしめしており、非常に不安定な状態で堆積している。また、堆積ヘドロのコーン指数は、河床面から2.5~3.5 m付近まで $q_c = 0 \text{ kN/m}^2$ であることが確認されている。

この土質は、有機質が多く含まれており、水素イオン指数 (pH) がアルカリ性になるとアンモニア・アミン類が大气に発散される。この現象により、右岸側基盤整備時にセメント系固化材を添加した改良土がアルカリ性になったため、掘削時にアンモニア・アミン類が発生した。

1-3 大気圧載荷工法

大気圧載荷工法は、地盤内から真空ポンプにより水を汲み上げ地盤内に作用する真空圧 (水面下300~400mmHg) によって地盤を圧密させる工法である。本工法は、堆積ヘドロを動かすことなく減量化が図られ仮排水路が確保できる (図-1 参照)。

本試験施工は、水面下での作業であるため以下の手順で実施した。

- ①土木用ネットの敷設 (作業員の足場確保、気密シートの損傷防止)
- ②鉛直ドレーンの打設 (圧密沈下の促進、間隙水の排出)
- ③水平ドレーン材及び気密シートの敷設 (改良対象地盤への真空圧の均一作用、地盤内の気密性確保)
- ④真空設備の配置・運転

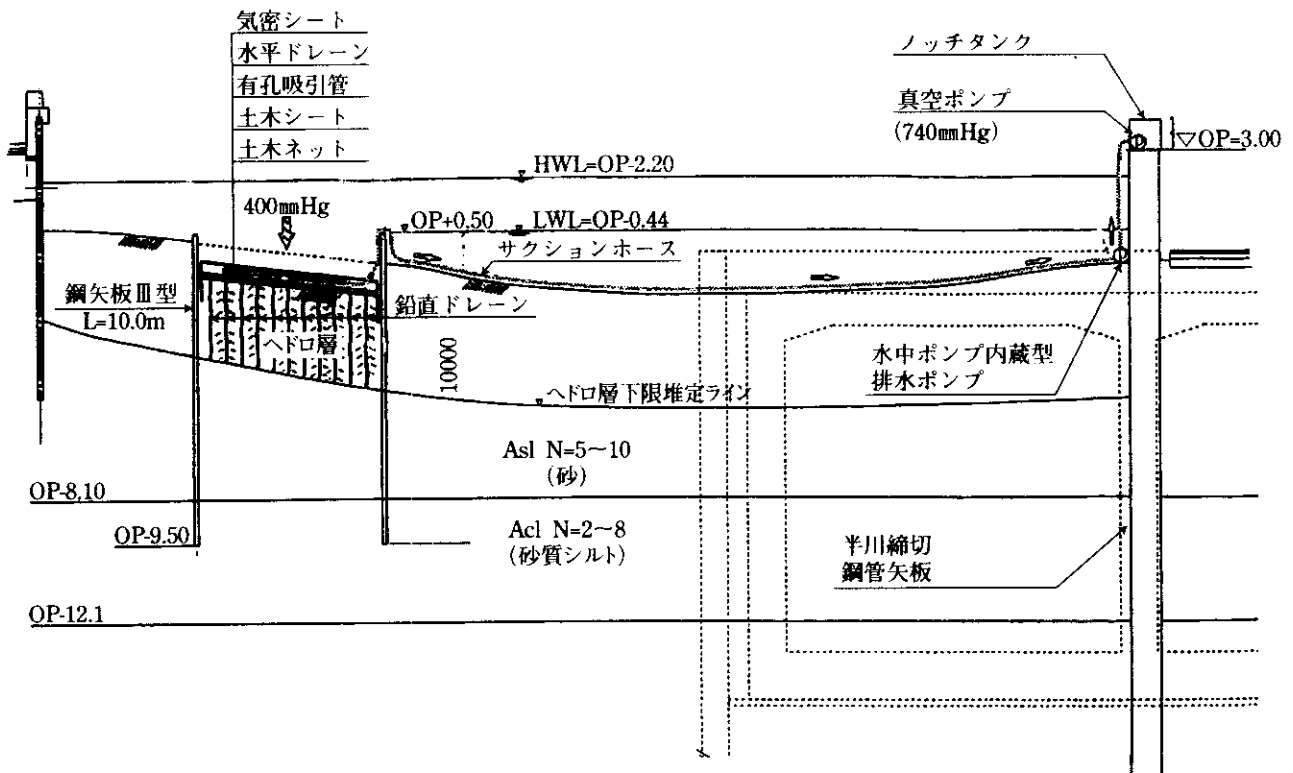


図-1 大気圧載荷工法施工図

1-4 管中固化工法

管中固化工法は、図-2に示すように、浚渫土に固化材を添加して改良するための圧送管内に圧縮空気を注入すると管内に粘性土のプラグ(液相)が発生する。このプラグが管壁との摩擦によりプラグ内に生じる乱流を利用し混練する工法である。本工法は、プラグ流により練り混ぜられるため、セメントの添加量を減少することができ、混練時の臭気を外部に出さないようにできる。また、本試験では減量化を目的としているため、浚渫方法をクラブ浚渫にすることにより改良するヘドロの水分を少なくすることにした。

管中固化工法の施工フローを図-3に示す。

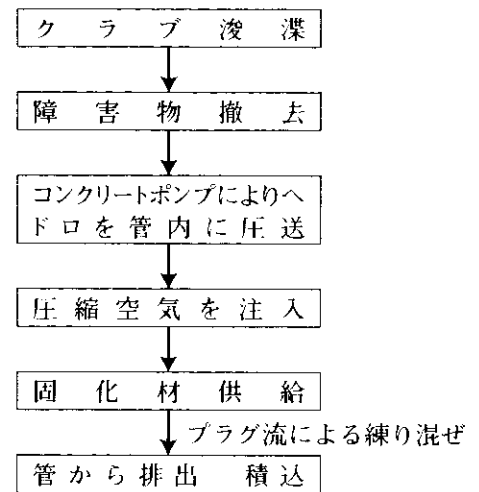


図-3 管中固化工法の施工フロー

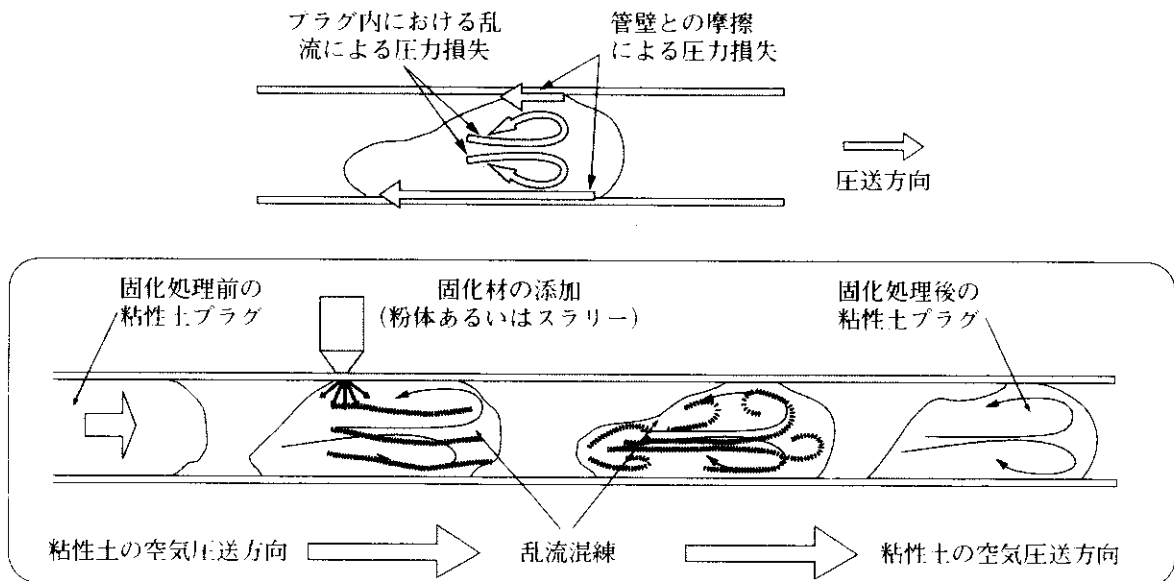


図-2 空気圧送による混練状況

1-5 ヘドロ粒状化工法

ヘドロ粒状化工法は、水ガラスとセメントを土と混合し、発生残土をリサイクル可能とする高品質な改良工法である。臭気防止対策は、このシステムの全設備を大型ハウスに収納し臭気粒子を活性炭により吸着脱臭することとし、処理過程の臭気全てを回収するシステムとした。ヘドロ粒状化工法の施工フローを図-4に示す。

1-6 疎水化工法

疎水化工法は、図-5にメカニズムの概要を示すように、ヘドロを構成する親水コロイドの表面

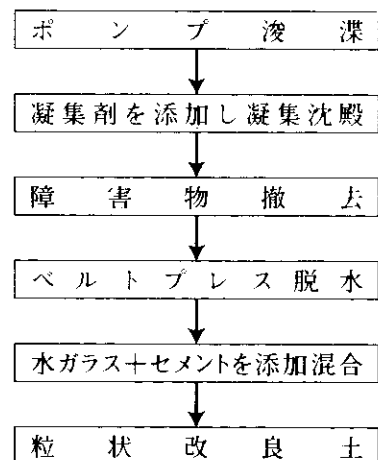


図-4 ヘドロ粒状化工法の施工フロー

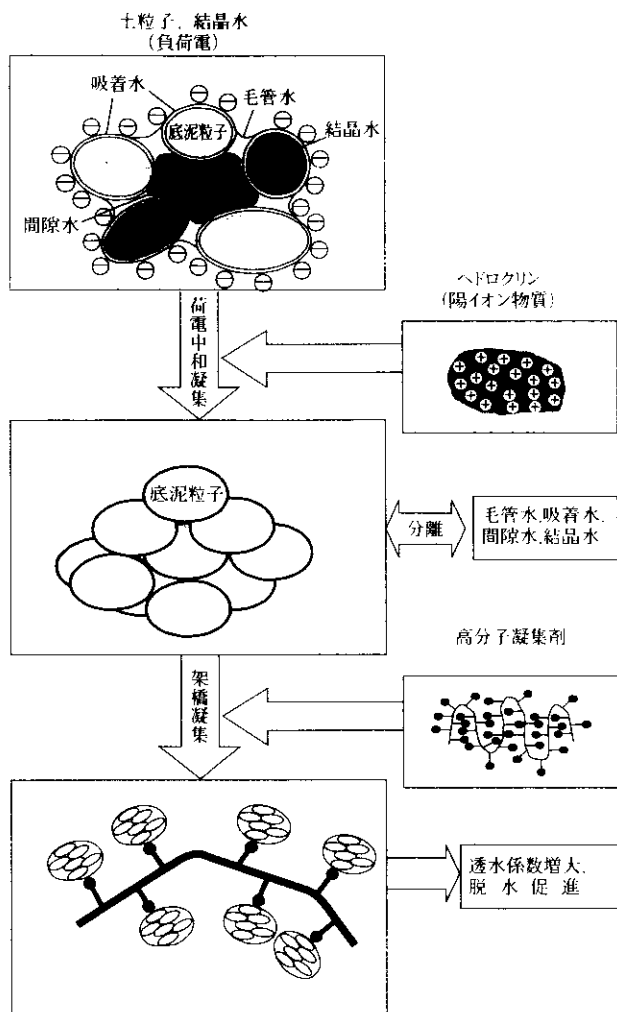


図-5 メカニズムフロー

を覆う吸着水膜を破壊し、親水コロイド中に閉じこめられた多量の水を解放し、土粒子相互に吸着固結し密度の大きい安定性のある土塊にする工法である。本工法は、pHがアルカリ性になることなく改良できるため、臭気発生がなく環境に優しいものである。

本試験では、含水比1680%の浚渫土に疎水化剤を添加し貯泥槽で凝集沈殿させる。

疎水化工法に加え下記工法を併せて試験した。

- ①天日乾燥（疎水化された処理土を天日乾燥）
- ②載荷圧密（疎水化された処理土の上に砂50cmを載荷して圧密させる）
- ③高圧脱水（フィルタープレス機により脱水）
- ④中性固化添加工（石膏を主成分とする固化材により改良）

1-7 スクリュー式遠心分離機による脱水+中性固化工法

スクリー式遠心分離機による脱水工法は、汚泥に凝集剤を添加し遠心力により土と水分を分離する工法である。中性固化工法は、当該脱水土に中性固化材を添加改良し、発生残土をリサイクル可能とする高品質な改良工法である。

正蓮寺川工区内で堆積ヘドロのリサイクルの可否を目的に検討した工法である。含水比600~1000%の高濃度浚渫を行い当工法により堆積ヘドロを脱水し、環境に優しい中性固化材を使用し、左岸側埋戻し材として使用可能か図-6に示す手順で検証した。

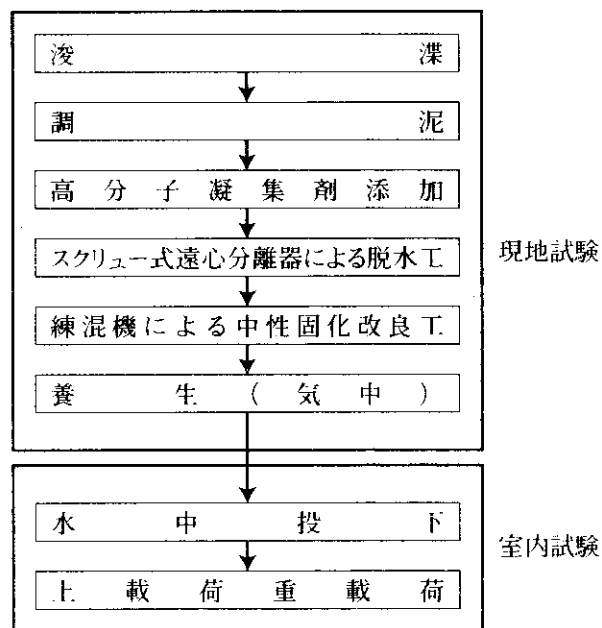


図-6 スクリュー式遠心分離機による脱水+中性固化工法の試験フロー

2. 試験結果

2-1 大気圧工法

図-7は真空ポンプの運転に伴う堆積ヘドロの沈下時間曲線を示している。約一ヶ月の真空ポンプの運転で堆積ヘドロ層厚4mに対し0.75m程度の圧密沈下が発生し約20%の減量化が図られた。真空圧300~400mmHgの理論沈下量とほぼ合致しており、仮排水路断面確保に十分な沈下量が確認された。

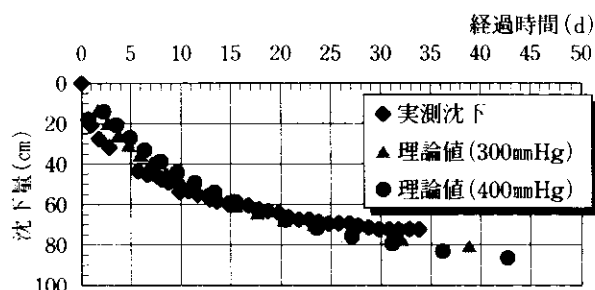


図-7 大気圧による沈下量

施工性については、堆積ヘドロ中に障害物（自転車、廃材等）があると気密シートによる気密性が保てないため十分に障害物撤去をする必要があるが、比較的短期間で圧密可能である。また、騒音・振動・水質汚濁等の問題がない環境に優しい工法であることが確認できた。

2-2 管中固化工法

本試験は、改良土が3日後に運搬可能かどうかと左岸側埋戻し材に利用できるかの2つの課題について検証した。運搬可能強度としては施工事例から $qu=50kN/m^2$ （気中材令3日）とし、左岸側埋戻し材強度としては淀川左岸線軟弱地盤対策検討委員会報告書（平成6年3月）から $qu=50kN/m^2$ （水中材令28日）とした。室内試験の結果固化材配合量を $210kg/m^3$ とすれば、両項目を満足する強度の発現が確認できた。現地試験で固化材の基本配合量を $210kg/m^3$ とし、 $\pm 30kg/m^3$ の合計3ケースを実施した結果を図-8に示す。

施工性については、プラグ流による混練が十分行われ均一な改良土を連続して造成できた。

改良時の減量化に対しては、堆積ヘドロ体積に対して1.08倍程度となり、右岸側施工時の原位置固化での値1.2~1.4倍に比して小さくなっている。

アンモニア臭に対して臭気対策の必要性に関する判断基準は、河川代替施設施工時に大阪第一建設部から「淀川左岸線正蓮寺川工区構造物掘削臭気対策施工マニュアル（案）」で定められている。本工法による処理土からは、アミン類濃度が判断基準（当該マニュアルの考え方で算出アミン類 $0.013ppm$ ）を越える $15ppm$ が検出された。本工法の管吐き出し口は、民家の近隣を避けた他の地域

に設置するなどの配慮が必要である。

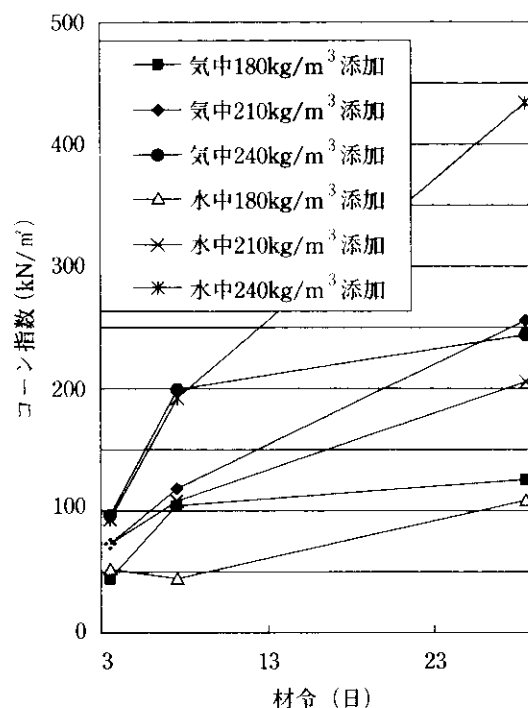


図-8 添加量とコーン指数

2-3 ヘドロ粒状化工法

本試験では、改良土が第2種建設発生土強度（ $CBR>5$ 以上）を確保できるか検証した。固化材添加直後のゲル硬さ（ $\phi 33mm$ 高さ $44mm$ の円柱に約 $1kgf$ の平板を落下させたときの変形後高さ）が $30mm$ 以上あれば粒状化が用意であることが過去の実験より確認されている。配合試験ではゲル硬さ $30mm$ 以上を目標とし、約100%の含水比の脱水ケーキに対して、水ガラス系吸水剤4%、セメント系固化剤20%添加することにした。しかし、現場試験では、同配合により強度 $CBR=34.5$ という過大な強度が発現した。改良土の品質を考慮し配合の見直しが必要である。

改良時の減量化に対しては、堆積ヘドロ堆積に比して0.5~0.6倍程度になることが確認された。

処理過程の臭気は全て回収され脱臭可能なシステムであることが確認された。

2-4 疎水化脱水工法

本試験では、表-2に示す目的が達成されるかどうかを検証することとした。

表-2 疎水化脱水工の目的と試験結果

	目的	目標値	試験結果
天日乾燥法	含水比低減	含水比<200%	196~309%
載荷圧密法	左岸側埋戻し時の強度確保	$q_c > 500 \text{ kN/m}^2$	$q_c = 79 \text{ kN/m}^2$
高圧脱水法	運搬可能強度	$q_c > 500 \text{ kN/m}^2$	$q_c = 687 \text{ kN/m}^2$
中性固化工法	運搬可能強度	$q_c > 500 \text{ kN/m}^2$	測定不能

浚渫土に疎水化剤を添加すると沈降が速くなり圧密性が良くなることは確認できた。しかし、試験結果は一部の工種を除いて目的を達成することが出来ていない。これは、凝集沈殿土が堆積ヘドロより減量すると当初期待していたが、本試験では逆に2倍以上に膨れてしまい、後の各試験目標を満足することができなかった。

高圧脱水工法は、目的強度を満足し、改良時の減量化に対しては堆積ヘドロ体積に比して0.38~0.45倍程度になることが確認されている。

疎水化剤添加時に硫化水素濃度が臭気対策の必要性に関する判断基準（当該マニュアルの考え方で算出硫化水素0.06ppm）を越える0.3ppmが検出された。なんらかの臭気対策が必要である。

2-5 スクリュー式遠心分離機による脱水+中性固化工法

本試験は、改良土が左岸側埋戻し材に利用できるか検証した。

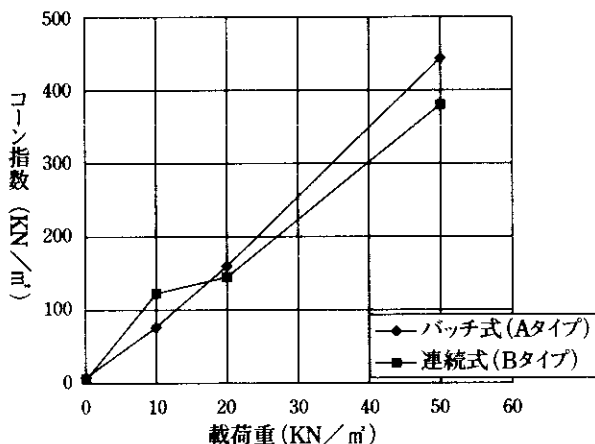


図-9 水中投入コーン指数結果

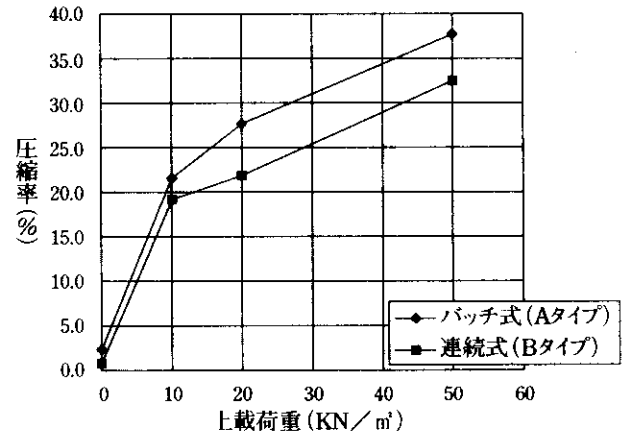


図-10 コーン試験供試体の上載荷重による圧縮率

スクリー式遠心分離機による脱水は含水比600~1000%の高濃度浚渫土を150~180%程度まで脱水することが確認できた。これは、遠心分離機の性能上堆積ヘドロを脱水する限界と考えられる。

目的強度を材令1時間で $q_c = 400 \text{ kN/m}^2$ として現地試験で配合を中性固化材A剤 220 kg/m^3 中性固化材B剤 3 kg/m^3 中性固化材C剤 200 kg/m^3 と決定した。

本試料を水中投下し上載荷重を与えた結果を図-9・10に示す。

一軸圧縮強度 q_u とコーン指数 q_c の関係として、正蓮寺川第2工区（その1）基盤整備工事の施工実績から求められた $q_u = 1/9q_c$ を適用すると、左岸埋戻し材強度は $q_c = 450 \text{ kN}$ ($q_u = 50 \text{ kN}$)となる。埋戻し材強度は、水中投下しても上載荷重 50 kN/m^2 以上を与えればほぼ満足する結果となった。

臭気については、臭気計測計画に不備があり臭気濃度が測定できなかった。

3 あとがき

本試験工事の試験結果をもとに、左岸側基盤整備のお方法について検討している。大気圧工法は、水路断面確保はできるが堆積ヘドロ中の障害物除去方法が課題である。管中固化工法は、改良強度は満足しているが、管吐き出し口設置個所選定が

課題である。ヘドロ粒状化工法は、改良強度は満足しているが、臭気を回収するシステムを必要とし経済性に課題がある。疎水化工法は、ヘドロ性状が沈降が速く圧密性が良くなるが、堆積ヘドロの減量化が図られなかった。スクリー式遠心分離機による脱水+中性固化工法は、改良土を水中に投下後50kN以上の上載荷重をいかに与えるかが課題である。各工法とも一長一短あり工法の組合せを含めてトータル的な工法を決定していく予定である。

参考文献

- 1) 阪神高速道路公団：淀川左岸線軟弱地盤対策検討委員会報告書平成6年3月
- 2) 阪神高速道路公団大阪第1建設部：淀川左岸線正蓮寺川工区構造物掘削臭気対策施工マニュアル（案）
- 3) 運輸省第5港湾建設局：管中混合固化処理工法

Proving works for left bank infrastructure in the river at the bay expressway works at left bank of the Yodogawa near Shorenji.

Haruo Takada, Satoshi Yoshihara, Norio Honta

At the work site for an Osaka city road expressway at the Yodogawa (river) at Shorenji, the foundation infrastructure for the right bank and river substitute facilities have been completed and infrastructure for the left bank is planned. At the right bank work site for the foundation infrastructure at Shorenji, construction methods offering superior ease of execution and economy were examined and proved themselves useful for application to the construction conditions at the left bank work sites. We selected five methods for field testing in the river. To examine their feasibility for subsequent use at the site, with regard to odor countermeasures and implementation of reduced volume methods, we examined ease of execution and economy for one method of accelerated consolidation and four methods of bottom deposit process. In this report we give an outline of the theory underlying each method and a brief description of the methods of testing and results.

Keywords: infrastructure, bottom deposit process, bottom deposit process odor countermeasures, accelerated consolidation method.