

河川環境に配慮した仮締切堤基盤の地盤改良について

前田建設工業(株) 正会員 ○服部 恒平
 前田建設工業(株) 正会員 一色 保宏
 前田建設工業(株) 非会員 伊藤 久継

淀川左岸線（2期）3工区堤防整備他工事（以下、本工事と略す）は淀川左岸線（2期）の事業区間（阪神高速道路海老江JCT～国道423号新御堂筋）においてトンネル本体の築造に先立ち、治水上の安全性を確保するため、仮締切堤（土堤仮締切）の施工を行うものである。

着手後の地盤調査において、仮締切堤の基礎地盤部（ヨシ原の下）に平均層厚 2.5m 程度と想定以上のヘドロの堆積が判明し、地盤が軟弱であることが判明した。

本稿では、仮締切堤基盤の軟弱地盤対策として実施した河川環境に配慮した地盤改良の内容について報告する。



写真-1. 仮締切堤 着工前全景

1. 施工上の問題点

本工事の着手後に実施したスウェーデン式サウンディング試験（以下、SWS 試験）の結果、本工事で実施する仮締切堤（L=1,020m）の基盤に軟弱な有機質土層（以下、軟弱層）の分布が確認された。軟弱層は概ね 2.0～3.0m 程度の厚さで堆積しており、仮締切堤施工後の過大な変状（円弧すべり破壊、堤体の不等沈下など）が懸念された。

今回確認された軟弱層を反映した安定性の検討において、すべり破壊に対する安全率が照査基準 $F_s=1.44$ を下回る結果となった。照査基準値は「淀川左岸線（2期）事業に関する技術検討委員会」の技術報告書で用いられている照査基準値を踏襲している。

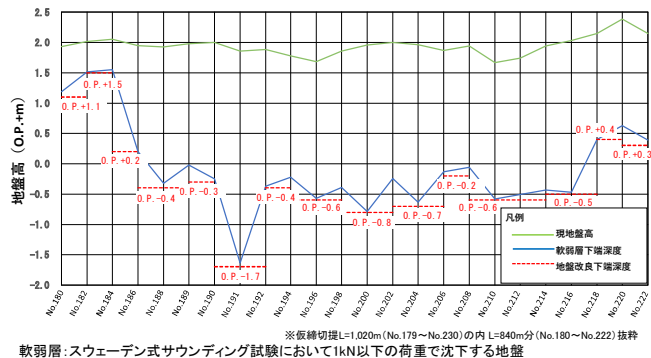


図-1. 軟弱層厚の縦断分布図（SWS 試験）

2. 対策工の検討

有効な対策工として軟弱層の地盤改良が考えられる。しかし、堤防基面は潮汐の影響を受ける範囲であり、環境面に配慮した固化材を使用した地盤改良を行うこととなった。

そこで、水生生物への影響が無いマグネシウム系の中性固化材（グリーンライム NP）による地盤改良の検討を行った。グリーンライム NP は、酸化マグネシウムとアルミ鉱物の結晶化により軟弱土壌を固化させる効果があり、改良直後から対象土壌を中性域にて改質可能な固化材であり、魚毒性試験で魚類への影響が無いことも確認されている。

地盤改良を行うにあたり、軟弱層上部は深度 0.5m～1m でヨシの根が確認されており、残置したまま改良を行うと、腐敗による将来的な強度低下が懸念された。そこで、ヨシの根が混入している軟弱層を撤去し、砂による置換えを行った。

地盤改良効果の解析影響について、浸透・浸食、耐震及び圧密に関して影響検討を行い、仮締切堤の一体構造物として問題がないことを確認した。

キーワード 淀川左岸線（2期）、仮締切堤、軟弱地盤、中性固化改良、グリーンライム NP

連絡先 〒541-8529 大阪市中央区久太郎町 2-5-30 前田建設工業株式会社 関西支店 TEL06-6243-2383

3. 改良強度と配合量の検討

まず初めに、必要な改良強度の検討を行った。改良後のすべり破壊に対する安全性を確保するために、中性固化材改良土の設定強度（粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ ）をパラメーターとした感度分析を実施し、照査基準 $F_s=1.44$ を満足する必要強度を確認した。図-2 に感度分析の結果を示す。照査基準 $F_s=1.44$ を満足する粘着力 c - 内部摩擦角 ϕ 関係は、青領域となる。

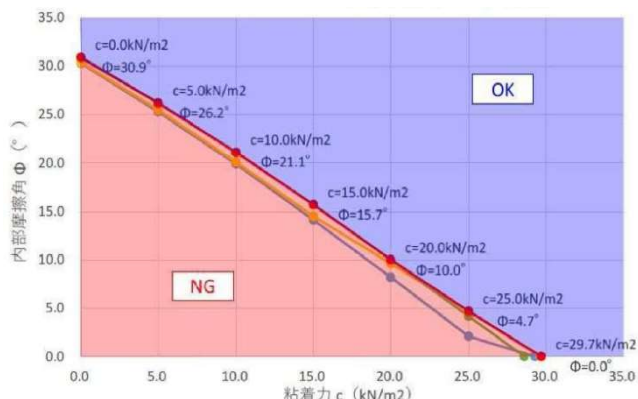


図-2. 感度分析結果

次に、必要強度を満たす中性固化材の添加量を室内配合試験（三軸圧縮試験）により決定した。室内試験と現場施工における条件の違いに伴う強さ比については、今回の対象土はヘドロであるため、割り増し係数を 0.2 ~ 0.5 の中間値である 0.35 を採用した。

表-1. (現場/室内) 強さ比

固化材の添加方式	改良の対象	施工機械	(現場/室内) 強さ比
粉体	軟弱土	スタビライザ バックホウ	0.5~0.8 0.3~0.7
	ヘドロ 高含水有機質土	クラムシェル バックホウ	0.2~0.5
			※中間値

室内配合試験は、表-2 に示す混合比率の試料で実施し、材齢 7 日での三軸圧縮試験の結果により、各混合比率での中性固化材の添加量（50kg/m³~230kg/m³）を決定した。

表-2. 室内配合試験結果

混合比率 (ヘドロ、砂)		添加量 (中性固化材)
100%	0%	290kg/m ³
90%	10%	281kg/m ³
70%	30%	207kg/m ³
50%	50%	137kg/m ³

4. 施工方法の立案

現場にて試験施工を実施し、改良材の混合方法について検討を行った。その結果、中性固化材は原位置での攪拌混合では、改良直後に河川からの湧水や潮汐による水没の影響を受け、必要強度まで強度発現できないことが分かった。そのため、初期強度発現まで水の影響

を受けにくい施工方法を選定する必要があった。

そこで、軟弱地盤を掘上げ、陸で粉体の固化材を散布し攪拌混合を行い、初期の強度発現まで養生した後、埋戻し箇所を排水し改良土の埋戻しを行う施工方法を採用した。埋戻し時の転圧方法としては、油圧ショベル用アタッチメントのピストン式油圧振動装置による転圧を行った。

また、地盤改良の基面を堤防の基面同様 O.P+2.0m とすると、潮汐の影響を受けるため、砂置換及び地盤改良の施工基面を潮汐の影響を受けない O.P+2.5m とし、強度発現後に堤防基面である O.P+2.0m まで掘削を行う施工方法とした。

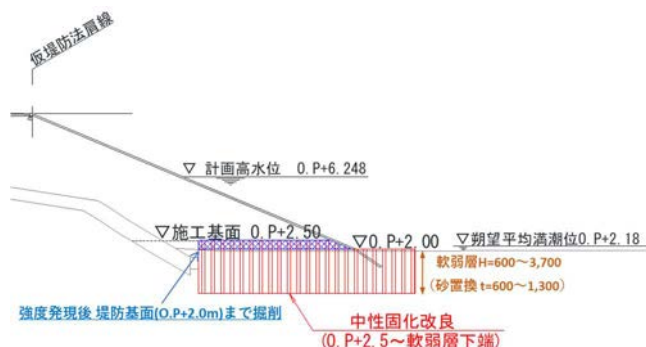


図-3. 地盤改良工 施工断面図

5. 品質管理方法の立案

施工時の品質管理方法として、室内配合試験と同様の条件である材齢 7 日における強度を確認する。

改良後、材齢 7 日での強度を早期に確認するために簡易支持力測定器（以下、キャスポル）による強度確認を行った。キャスポルでの必要強度は、図-2 における内部摩擦角 $\phi=0.0^\circ$ の場合でも照査基準を満足する粘着力である $c=29.7\text{kN/m}^2$ 以上とする。

また、キャスポルだけでは、粘着力 c の換算値のみでの強度確認となるため、改良体の原位置サンプリングを行い、室内配合試験と同様三軸圧縮試験による強度確認を行った。

6. まとめ

仮締切堤基礎部の地盤改良は、潮汐の影響を考慮し、2 期に亘る非出水期に施工を行った。地盤改良後の強度確認に関しては、キャスポル及び三軸圧縮試験により、全線において必要強度を満足する結果が得られた。

また、改良体の pH については、土懸濁液の pH 試験方法 (JGS 0211) により、短期・長期材齢において中性域が保たれている結果が得られ、淀川の排水基準 (pH5.8~8.6) も問題なく満たす結果となった。