

掘削した軟弱粘性土の有効利用のためのサンドコンパクションパイルの適用事例

鹿島建設(株)	正会員	○嵩	直人
鹿島建設(株)	正会員	岡本	道孝
鹿島建設(株)	正会員	久保	達也
鹿島建設(株)	正会員	岩上	進也

1. 目的

沖積低地における開削工事では、ダンプトラックによる運搬すら困難となる軟弱層の掘削も珍しくない。本報では、液状化対策としての適用事例が多いサンドコンパクションパイル（以下、SCP）工法を掘削した軟弱粘性土の有効利用を目的として適用した事例を紹介する。

2. 工事概要

東京外かく環状道路の千葉県区間は、千葉県松戸市小山から市川市高谷に至る延長約 12.1km の区間であり、沿道環境への配慮から、そのほとんどで掘削形式の半地下構造が採用され（図-1）、開削工法によってトンネルを建設している。筆者らは、千葉県区間の中央付近で延長約 480m の工事を担当した。

3. 対象地盤

地層断面を図-2 に示す。工事地点は下総台地を中小河川が浸食して形成した谷底低地にあたり、有機質土、粘性土を主体とする最大厚が約 13m の沖積層で構成されている。掘削土量（約 23 万 m^3 ）の 4 割を占める沖積粘性土（以下、Ac2 層とする）は、自然含水比 w_n の平均値が 95.9% で液性限界 w_L (92.7%) を上回り、コーン指数 q_c は 11.9kN/m^2 と小さく、人の歩行すら困難なことが確認された（写真-1）。

4. 対策工の選定

掘削した Ac2 層に関してダンプトラックによる運搬試験を行ったところ、荷台からの土砂や水分のこぼれが確認され、公道での運搬に支障する可能性が懸念された。このような軟弱粘性土を扱う場合、生石灰やセメントを原位置で混合する安定処理工法が多用される。ただし、処理土は高いアルカリ性を呈するため、利用土の pH を規制している受入地に搬出できなくなり、用途が著しく制限される。そこで当工事では、掘削土の有効利用を可能とする対策工として SCP 工法を採用した。これは SCP 施工による Ac2 層の圧密脱水効果と掘削時の SCP と Ac2 層の混合による粒度改善効果を期待したものである。なお、工事現場は住宅・小学校等に隣接していたため、SCP の施工に静的締固め工法を採用し、騒音・振動などの環境負荷に配慮することとした。

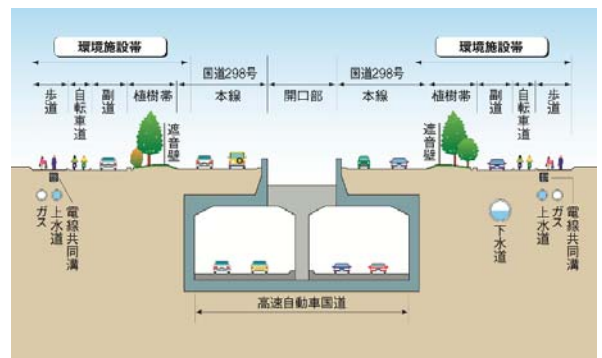


図-1 完成予想断面図 1)



写真-1 沖積粘性土 (Ac2 層)

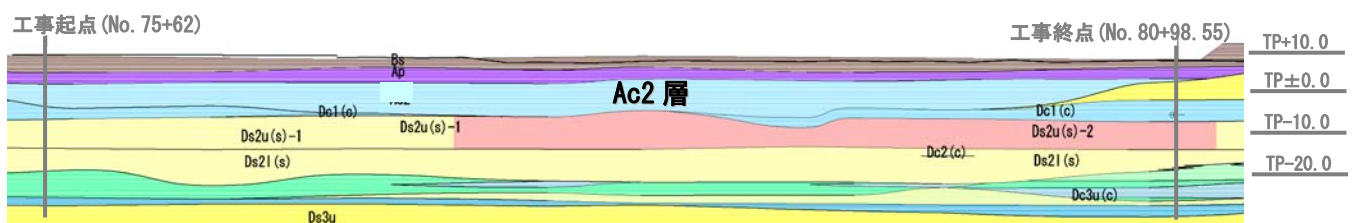


図-2 地質縦断面図

キーワード サンドコンパクションパイル, 開削工事, 沖積粘性土, 地盤改良, 静的締固め

連絡先 〒107-0052 東京都港区赤坂 2 丁目 14 番 27 号 鹿島建設(株)東京土木支店 TEL03-3404-5511

5. 対策工の設計と施工

(1) 平面改良率の検討

今回のような目的で SCP を施工した実績が少なかったことから、室内試験結果や試験施工結果をもとに平面改良率の検討を行った。Ac2 層の圧密脱水と粒度改善にのみ着目した場合、大きな平面改良率とする方が有利であることは明らかであるが、全体工程ならびに後述する山留め壁の損傷防止を考慮し、直径 0.7m の SCP を平面改良率 9.6% (打設間隔 2.0m) で施工し、2～3 か月の圧密放置期間を確保することとした²⁾。図-3 に試験施工で得られた掘削土のコーン貫入試験結果を示す。若干のばらつきがみられるものの、平均的に概ね 200kN/m^2 のコーン指数が得られていることが分かる。ただし、 200kN/m^2 を下回るコーン指数が確認されていたことから、試験施工で得られた掘削土を用いてダンプトラックによる運搬試験を実施した (写真-2)。当試験で特に問題は確認されなかったため、平均的なコーン指数が 200kN/m^2 程度であれば、ダンプトラックによる掘削土の運搬は可能と判断した。

(2) 山留壁の損傷防止対策

工事工程の都合上、SCP による地盤改良開始前に山留壁 (ソイルセメント壁) の造成を完了した。SCP の施工時に周辺地盤には水平変位等が生じると考えられるが、この影響による山留壁の損傷防止を目的とした検討も実施した³⁾。山留芯材の曲げ変形時の許容応力とソイルセメントの引張破壊時に対応する水平変位を 3 次元 FEM 解析から予測し、水平変位の施工管理値を定めた上で、SCP 施工時にも山留壁の水平変位の観測を行った (図-4)。施工中に観測された最大水平変位は一次管理値以下であった。また掘削時にも山留壁に損傷は確認されなかった。

(3) 掘削時の安定確保

SCP 打設後、周辺地盤は攪乱の影響を受ける。特にこの影響によって SCP が打設される山留壁内側の粘性土の受働抵抗も低下すると考えられた。そのため、試験施工において掘削中の山留壁の安定性が低下する可能性についても検討した。山留壁直近で電気式静的コーン貫入試験を実施し、攪乱の影響の有無を調査した。SCP 打設から 1 か月経過後の電気式静的コーン貫入試験結果から推定された粘性土のせん断強度は設計値を上回り、攪乱よりも圧密による強度増加の影響が大きいと判断された。このことから、SCP 打設による山留壁の安定性には影響がないと考え、切梁計画を変更せずに掘削を行った。また、掘削中に山留壁の異常な挙動は確認されなかった。

6. 実施成果

以上の対策によって当工事における開削は工程通り完了することができた。掘削土の運搬における荷崩れ等の問題は生じず、掘削土は河川堤防の盛土材として有効に活用された。また、SCP 打設により、掘削機械が走行しても泥濘化することなく (写真-3)、作業の安全性向上にも寄与した。

参考文献 1)国土交通省関東地方整備局首都国道事務所:東京外環自動車道(パンフレット), 2)岡本ほか:開削工事における掘削土再利用を目的としたサンドコンパクションパイルの適用事例,土木建設技術発表会 2014,III-9,2014.11, 3)重松ほか:サンドコンパクションパイル施工による土留め壁への影響と軟弱地盤改質効果,

第 11 回地盤工学会関東支部発表会 Geo-Kanto2014,pp.159-162,2014.10,

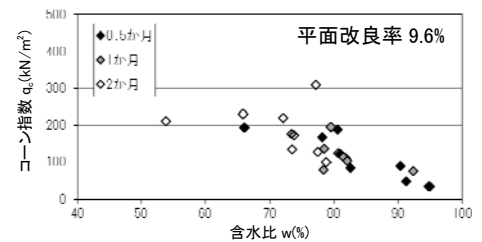


図-3 掘削土のコーン指数



写真-2 掘削土の運搬状況例

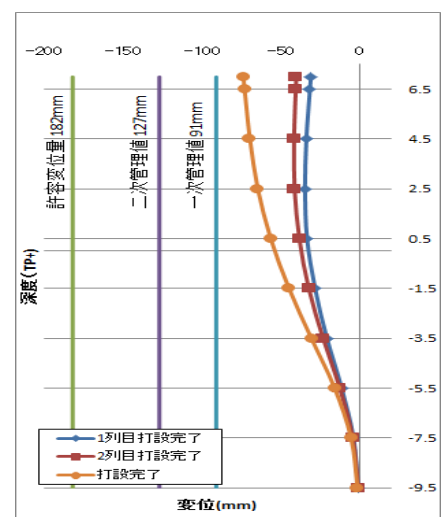


図-4 SCP 打設時の山留壁の水平変位計測結果例



写真-3 掘削作業状況