

VI-288

サーチャージ不要の圧密促進工法の開発

—ストロードレーン工法の概要—

日本国土開発㈱ 正会員 指田 健次 水野征四郎
日本国土開発㈱ 正会員 四宮 圭三 原 雅秀

1. はじめに

軟弱地盤の改良において、通常は盛土材を用いたサーチャージ工法が用いられるが、最近では良質な砂等の入手が困難であること、トラックの積載量規制による運搬費の高騰が大きな問題となっている。また浚渫土砂による埋立地盤造成の場合には、浚渫土の捨場を確保するため余分な材料を用いるサーチャージ工法は採用を避けたい等の要望がある。筆者らは、このような背景を踏まえてサンドマットおよび盛土材を用いず、真空ポンプにより地下水を強制的に排水して圧密を促進するストロードレーン工法の開発を行った。本報文ではストロードレーン工法の概要と実証実験の概要について述べる。

2. 工法の概要

ストロードレーン工法は、図-1に示すように、既成のプラスチックボードドレーンに細管を内包したドレーン材を地中に打設し、真空吸引式の揚水で強制的に地盤の間隙水圧の低下を図ることにより、有効応力を増加させて圧密沈下を促進し、地盤の強度を高める強制排水によるドレーン工法である。すなわち、ドレーン打設の後、ドレーン内部を真空吸引により負圧下に置くと、粘土地盤内とドレーン間に間隙水圧差が生じ、このため粘土内の間隙水はドレーンに向かって流れ、その結果地盤全体として沈下が生じる。本工法の原理は、図-2(a)に示すように間隙水圧を減少させて、有効応力の増加を図ろうとするものであり、ドレーン内で完全な真空状態が確保されるとすれば、載荷重は 10tf/m^2 となり、載荷盛土に換算すると高さ $H=5\text{m}$ （土の単位体積重量 2.0tf/m^3 ）に相当する。

3. 実証実験の概要

実証実験を行った場所は、千葉県内の宅地造成の現場であり、現地盤は地表から約2mの $N=0$ の腐植土約8mの $N=0$ のシルト層が続き、その下は締まった細砂層となっている。実際の施工では腐植土層の上に土木用シート（不織布）を布設し、その上に1.5mのサンドマットを敷均し、水平排水とトラフィカビリティを確保している。

ストロードレーンは、1.2mの正方形配置、平均深さ約12mで打設した。実験ヤードは図-3に示す中央部（斜線部）の $12\text{m} \times 12\text{m}$ エリアで実施した（ $H5.11 \sim H6.3$ ）が、その後（ $H6.4 \sim H6.9$ ）施工エリアを $36\text{m} \times 36\text{m}$ に拡張して実験を行った。ドレーン打設本数は当初100本、拡張時800本の合計900本である。

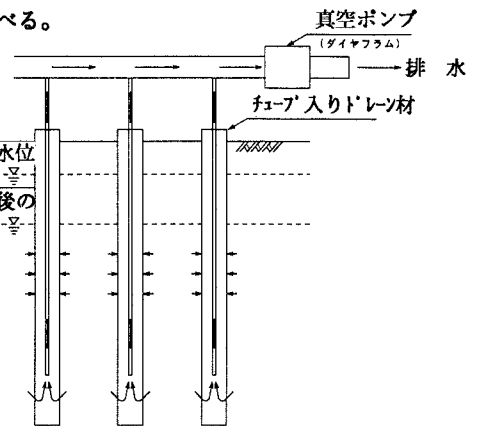


図-1 ストロードレーン工法の概念図

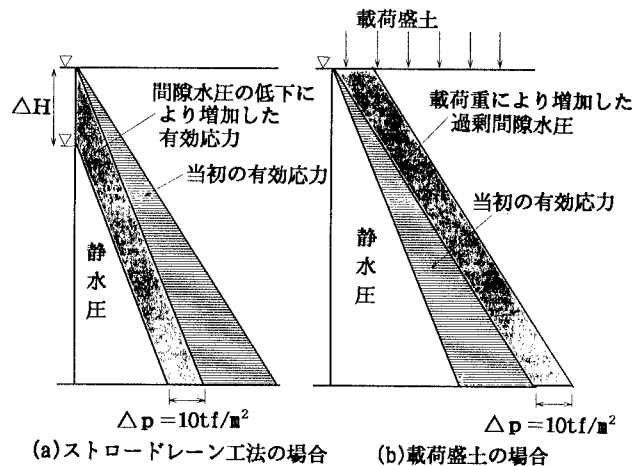


図-2 工法の原理

真空ポンプは最終的に3台使用し、ストロードレーンの分担本数は100本、300本、500本とした。

測定は揚水量、地盤沈下量、間隙水圧、地下水位について行った。

4. 実験結果

(1) 間隙水圧

間隙水圧計は、サンドマット表面から4.5mと8.5mの深さに設置したが、実験開始後40～60日後に、前者は $0.4\text{kgf/cm}^2 \rightarrow 0.1\text{kgf/cm}^2$ 、後者は $0.8\text{kgf/cm}^2 \rightarrow 0.2\text{kgf/cm}^2$ へそれぞれ低下した。

(2) 揚水量

真空ポンプの揚水量は、揚水開始当初は $7 \sim 8\text{m}^3/\text{日}$ であるが、その後水位の低下、細管のつまり等により徐々に低下する。

(3) 地下水位

地下水位は図-4に示すように地盤沈下と同様な経時変化の傾向を示し、最大で約3mの低下量を示した。

(4) 沈下量

図-4に実験ヤード近傍で観測された通常のプラスチックドレーン(P.D.)打設区域における沈下量も併せて示した。両者を経過日数60日程度で比較すると、プラスチックドレーンのみの場合の約8cmの沈下量に対し、ストロードレーンの場合は、中央付近(Na1)において約40cmと5倍程度の沈下が生じており、この差が真空揚水によるストロードレーンの圧密促進効果であると考えられる。揚水開始後の約20日間の沈下量を見ると、沈下板No.1、2、3とNo.4、5ではほぼ同様な沈下傾向を示している。また拡張実験開始後、沈下板No.1、2、3の沈下量の開きは徐々に小さくなっている。このことはヤード中央部においては、応力状態が比較的均一になっていることを示すものである。間隙水圧低下による有効応力増加と圧密試験で得られた $e \sim \log p$ 関係から次式で沈下量を求めた。

$$S = \sum \left((e_{o,i} - e_{s,i}) / (1 + e_{o,i}) \right) \Delta H_i$$

沈下計算値と実測値(Na1)を比較すると計算値の方が大きくなっているが、これは周辺地盤の拘束等による圧密遅れの影響が実測値に現れたものと考えられる。今、地盤が深度方向に一樣で、圧密沈下が一次元的であると仮定する。間隙水圧の低下を有効応力の増加と考え、これを軟弱層厚11.5mで除し、地盤内の平均有効応力増加量を求めると $\Delta p = 5.2\text{tf/m}^2$ となる。これは載荷盛土(盛土材の単位体積重量 $\gamma = 1.9\text{tf/m}^3$)の場合の盛土高 $H = 2.75\text{m}$ 分に相当する。

5. まとめ

今回行った実規模の実証実験によりストロードレーン工法は、載荷盛土を使用しないで圧密促進を可能とする工法であると確認された。今後はより効率的なドレーン材料の開発、管理システムの省力化、合理的な設計方法等、本工法の確立をめざして努力するものである。

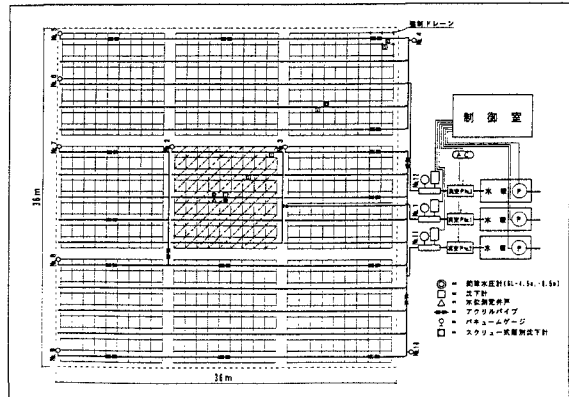


図-3 ストロードレーン配置平面図

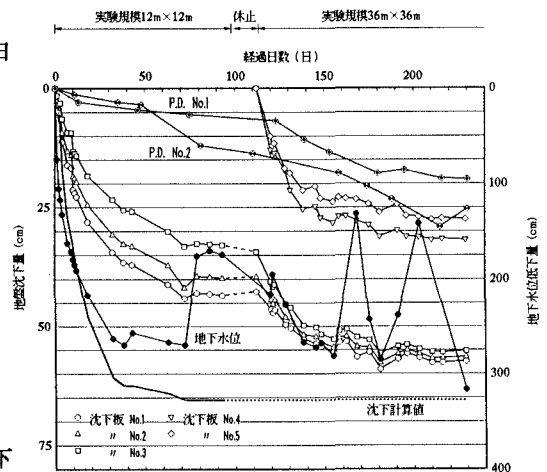


図-4 地盤沈下量と地下水位