

## 泥炭地盤における排水方法の異なる真空圧密工法の施工事例

(株)ダイヤコンサルタント 正会員 ○高坂 敏明  
 (独)土木研究所 寒地土木研究所 正会員 林 宏親  
 中日本ハウエイ・エンジニアリング名古屋(株) 正会員 川井田 実  
 Thai Maruyama Industry Teerachaikulpanich Nipon

## 1. はじめに

真空圧密工法は、載荷盛土に代わるプレローディング工法として、W. Kjellman(チェルマン)等によって1949年に考案された工法である<sup>1)</sup>。この工法の原理は図-1に示すように、鉛直ドレーンを打設した範囲の地表面を気密シートで密閉した後、真空ポンプでシート内を減圧することによってシート内を真空状態に近づけ、シート表面に作用する大気圧で地盤を圧密しようとする工法である。強制的な減圧によるシート内の圧力低下は鉛直ドレーンを介して地盤内にも伝達され、地盤内の間隙水圧は低下する。この間隙水圧の低下分が有効応力の増加として作用するため、圧密の促進や長期沈下の低減が期待でき、急速な盛土施工も可能な工法である。近年では、高品質の気密シートやドレーン材の開発などにより安定した真空圧の維持が可能となり、北海道の泥炭地盤でも1990年後半より実用化されている工法である。

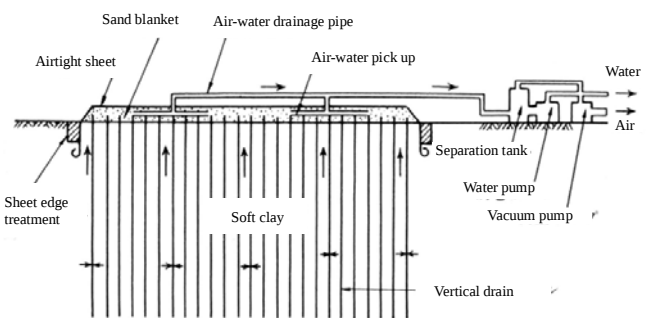
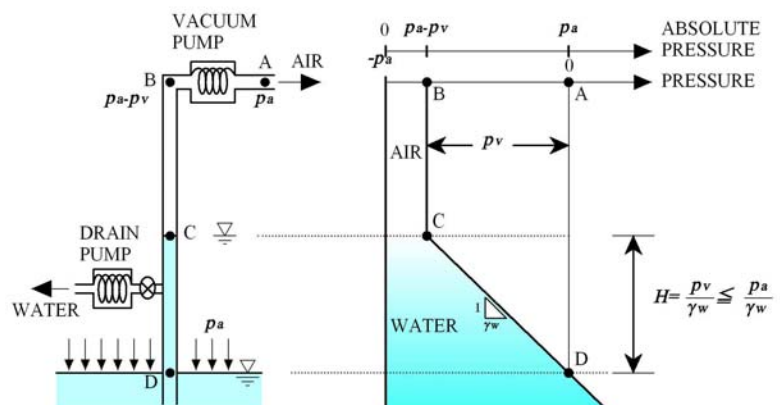


図-1 真空圧密工法の概念図

## 2. 従来方式の問題点と気水分離システムの開発

真空圧密工法の施工事例が増えるにつれて、沈下量が多い地盤で沈下の進行に伴って気密シート下の圧力が低下するケースが散見された。この現象は、沈下量が多い場合には設計で見込んだ減圧を確保できないことを意味し、沈下量に相当する揚程のロスを見込んで設計計算に用いる減圧を低減するか、新たに設計減圧を維持できる工法の開発が求められた。ここで、真空圧密工法における真空ポンプの役割は、今井<sup>2)</sup>による解説がわかりやすい。図-2に示すように大気圧 $P_a$ が作用している水面にパイプを立てA-B間に真空ポンプを設置し大気圧より $P_v$ 減圧した場合、質量を無視できる空気だけの部分では $P_a - P_v$ の一定の圧力を示す。真空圧密施工初期には真空ポンプと減圧の作用する地盤面の比高差は1m程度であり揚程の影響は小さいが、沈下の進行に伴って揚程差が拡大し、地盤に作用する減圧の低下が実用上、無視できない状態となる。

これを解決するために今井・中熊らによって開発されたのが気水分離システムである。従来の真空圧密工法が地盤内の空気と水を一緒に排水しているのに対し、気水分離システムでは、改良ヤード内に水と空気を分離するタンクを埋設し、水はタンク内に設置された排水ポンプにより外部に排除される。これにより、真空ポンプは、質量を無視できる空気のみを排除することになり、沈下が生じても常に地盤面に真空圧が一定に作用し、理論上、沈下に伴うロスは生じない。

図-2 真空ポンプで揚水できる理由と限界<sup>2)</sup>

キーワード 真空圧密, 気水分離方式, 泥炭

連絡先 〒980-0811 仙台市青葉区一番町 2-4-1 仙台興和ビル 13F (株)ダイヤコンサルタント TEL 022-263-5121

### 3. 泥炭地盤への適用

従来方式の問題点と気水分離方式の有効性は地盤構成の異なる施工事例の比較が報告されている<sup>3)</sup>。そこで本報告では類似する地盤で施工された従来方式と気水分離方式の事例で検証を行う<sup>4)</sup>。対象地盤は、北海道江別地域の泥炭地盤である。地盤構成は、図-3に示すように表層に自然含水比  $w_n=250\sim600\%$  の泥炭と  $w_n=40\sim200\%$  の有機質粘土が堆積し、この下位に中間砂層が分布する。さらに、この下位に自然含水比  $w_n=50\sim70\%$  の粘性土が深度 20～21m まで堆積している。真空圧密工法の仕様は、鉛直ドレーンの間隔が 0.8m × 0.8m、打設深度は 19～19.9m である。図-4 に従来方式の動態観測結果を示す。同図(c)によると真空ポンプの減圧は 80kPa 以上を維持している。

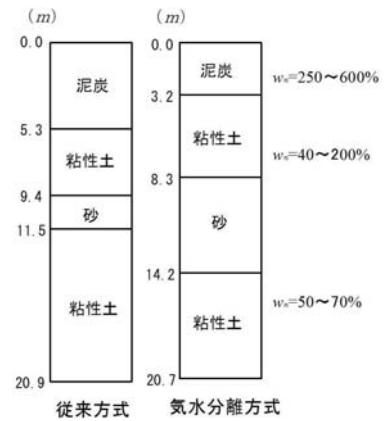


図-3 土質構成

これに対し、気密シート下の減圧は、沈下の発生に伴って低下し、盛土放置期間では真空ポンプの圧力の半分以上の 40kPa となっている。真空ポンプと気密シート下の圧力の差を図-4(d)に示す。併せて、沈下量に相当する揚程をプロットした。同図によるとシート下の減圧の損失と揚程の増加はほぼ同様の挙動を示している。

図-5 に気水分離方式の動態観測結果を示す。同図(c)によると真空ポンプの減圧は、90kPa 以上を維持している。気密シート下の減圧も概ね 70kPa 以上を維持している。同図(d)によると、気密シート下の減圧は沈下による揚程の増加とは無関係に真空ポンプとの圧力差 10～20kPa で安定して作用していることが検証された。

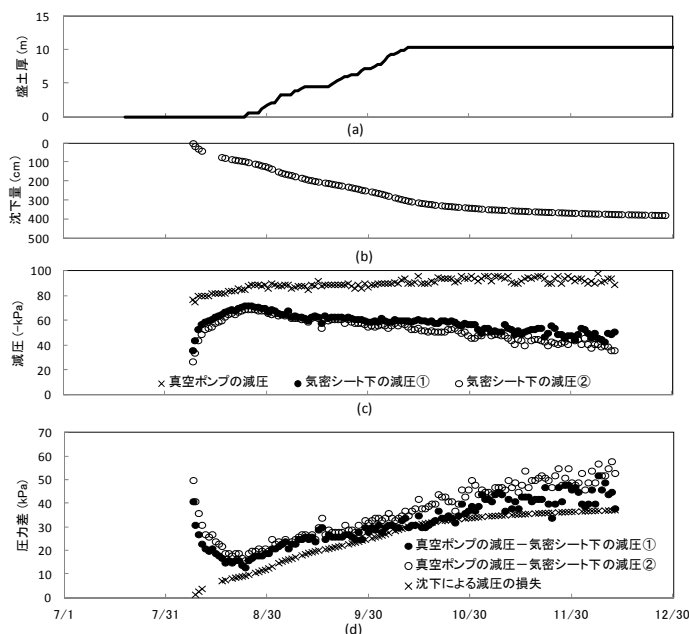


図-4 従来方式の動態観測結果

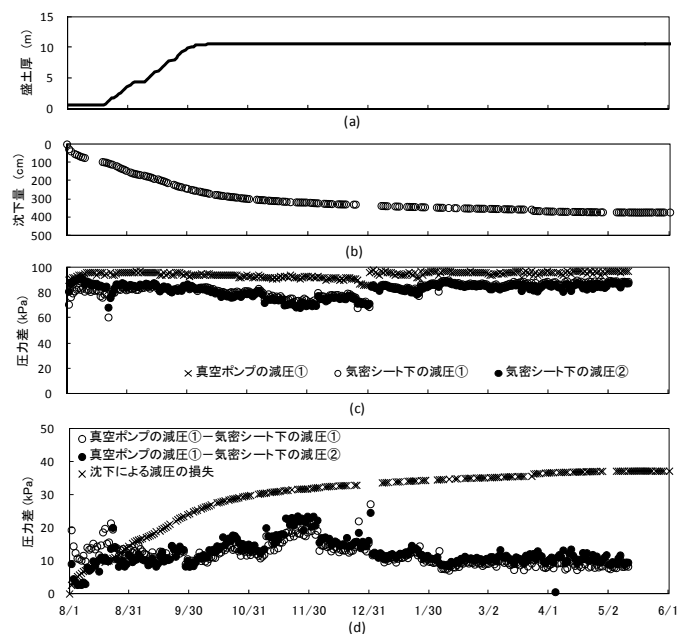


図-5 気水分離方式の動態観測結果

### 4. おわりに

真空圧密工法の揚程増加による減圧の低下は、沈下量が比較的大きい泥炭地盤においては無視できない現象である。これに対して、気水分離方式は、理論通りの効果が発揮できることが検証され、さらなる活用が期待される工法である。ただし、シート下の減圧と地盤内の減圧の作用には不明な部分も多く、今後もデータの蓄積を継続し理論的な解明と設計手法の確立を進めていきたいと考えている。

**参考文献** 1) Kjellman W. (1952), Consolidation of clay by means of atmospheric pressure, Proc. of Conference on soil stabilization, Cambridge, mass 18-19-20., 1952 2) 今井五郎：「真空圧密工法」のさらなる発展に向けてー真空圧を利用した地盤改良の原理に対する現状認識とその適用ー，土木学会論文集，No.798,VI-68, pp.1-16, 2005. 3) 高坂敏明・川井田実・林宏親・Teerachaikulpanich N.，第46回地盤工学研究発表会講演集（投稿中），2014. 4) 林宏親・西本聡：泥炭地盤における真空圧密工法の設計法および施工管理法の提案，第48回北海道開発局技術研究発表会概要集(CD-R)，2005.