

# 真空圧密工+載荷盛土で改良した地盤上でのカルバートボックスの構築

(株)大林組 正会員 ○杉山 洋平  
 正会員 伊藤 智治  
 正会員 佐々木 徹  
 東日本高速道路(株) 山形工事事務所 中徳 基哉  
 宇佐美 学

## 1. まえがき

東北中央自動車道大洞トンネル工事は、深さ 100m 以上にわたって軟弱地盤が堆積する大規模な軟弱地盤地帯（白竜湖軟弱地盤）に道路盛土を建設中である（写真-1）。

100m を超える軟弱地盤が堆積している盛土区間には、長期沈下対策、周辺地盤への影響抑制、施工時の安定確保を目的として、真空圧密工+載荷盛土工を採用した。

盛土区間には、高速道路を横断する道路ボックス（プレキャストボックスカルバート：B5, 500×H6, 500 24@1500=36,000）が構築されるが、真空圧密工+載荷盛土工で改良された地盤を直接基礎とする支持地盤となる。

施工中の地盤の挙動を把握するとともに、改良地盤のせん断強度の発現や沈下特性に大きく影響を与える真空設備の運転停止を判断するため、地盤中に間隙水圧計や層別沈下計を設置し、動態観測を実施した。

動態観測結果を踏まえて、真空設備の運転を停止し、載荷盛土を撤去した後に床付け面となる改良地盤の平板載荷試験を実施した。道路ボックスの許容地盤反力に問題ないことを確認して、道路ボックスを構築した。

本稿では、過圧密比を考慮した地盤のせん断強度から推定した許容支持力度と平板載荷試験より得られた長期許容支持力度を比較し、真空圧密工+載荷盛土で改良した地盤の構造物の支持地盤としての評価について報告するものである。

## 2. 当地の地盤概要

道路ボックスを構築する箇所は、図-1 に示すように、表層より高有機質土（Apt）や有機質粘土（Apc）が粘性土や砂質土を挟みながら 15m 程度の厚さで堆積している。その下位には更新統の有機質土、粘性土、砂質土が複雑な互層状を呈しながら分布しているが、100m を超えても基盤岩が確認できない。Apt 層の自然含水比は 110~1000%以上、湿潤密度は 0.89~1.45g/cm<sup>3</sup>、強熱減量は 18~88%と高く、圧縮指数は 1.3~12 で非常に軟弱で、圧縮性に富んだ層である。また、一軸圧縮強さは 10kN/m<sup>2</sup> 以下で限界盛土高さは 1.8m である。真空圧密工による改良は、Apt 層を含む完新統の中層有機質土（中部 Apc）までの 11m を対象とし、深さ 11m のドレーンを 1m ピッチで打設し、気密シートで被い、真空ポンプの運転を開始した。その後、載荷盛土を施工し 6 か月間載荷を行った。

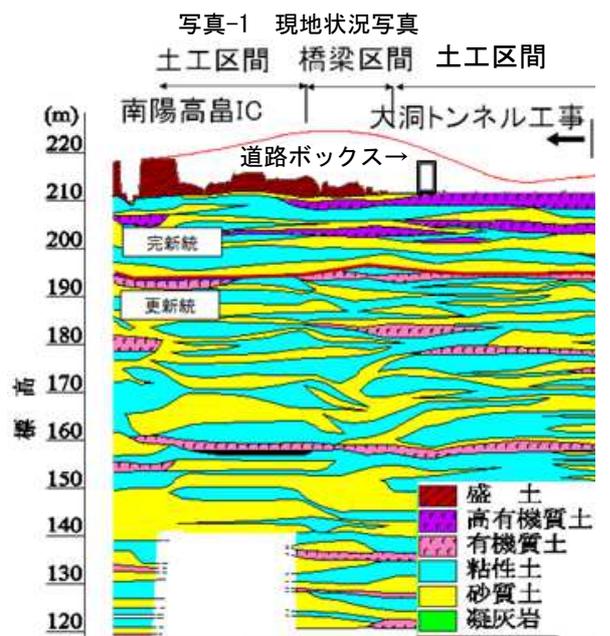


図-1 土質縦断面図

キーワード 軟弱地盤, 地盤改良, 真空圧密工法, 載荷盛土, 改良地盤の支持力特性

連絡先 〒999-2171 山形県東置賜郡高畠町大字石岡 (株)大林組大洞トンネル工事事務所 TEL 0238-49-7298

### 3. 許容支持力度の推定

道路ボックスは、真空設備運転停止後に設置するが、真空設備の運転停止に伴い、真空圧がなくなり、有効応力が低下することにより、地盤のせん断強度が低下する。ここでは、真空圧密工による“過圧密効果”を考慮した地盤のせん断強度を下式より求め<sup>1), 2)</sup>、真空ポンプ停止後の地盤のせん断強度を推定し、「道路橋示方書・同解説 I 共通編 IV下部構造編」に準じて許容支持力度を求める。

$$C = C_0 + C_u$$

$$C_u = m \cdot \sigma'_v \cdot OCR^\Lambda$$

$$OCR^\Lambda = \left\{ (\sigma'_{vc} - \Delta u \cdot U + \sigma'_v \cdot U) / (\sigma'_{vc} + \Delta \sigma_v \cdot U) \right\}^\Lambda$$

$$\Lambda = 1 - C_s / C_c$$

上式に各数値を当てはめると、過圧密比 OCR を考慮した地盤のせん断強度は  $C_u = 128.9 \text{ kN/m}^2$  となり、道路ボックス床付け面となる改良地盤の長期許容支持力度は  $q_a = 219.2 \text{ kN/m}^2$  と算定できる。

- ここに、
- C: 強度増加後のせん断強度
  - C<sub>0</sub>: 初期せん断強度
  - C<sub>u</sub>: 過圧密比を考慮したせん断強度
  - m: 強度増加率
  - σ'<sub>vc</sub>: 初期有効土被り荷重
  - σ'<sub>v</sub>: 載荷盛土荷重
  - Δu: 真空圧
  - U: 検討時点の圧密度
  - OCR: 過圧密比
  - Λ: 非可逆比
  - C<sub>s</sub>: 膨潤指数 (圧密試験より算定)
  - C<sub>c</sub>: 圧縮指数 (圧密試験より算定)

### 4. 平板載荷試験結果

動態観測結果より、圧密度が 90%に到達していること、間隙水圧が静水圧を下回っていること、供用後 10 年間の長期沈下が 20cm 以下であることを確認した時点で真空設備の運転を停止し、床付け面まで載荷盛土を撤去した(写真-2)。床付け面は真空圧密工+載荷盛土で改良した地盤となるが、改良地盤が道路ボックスの支持地盤として適用できるかどうかを確認するため、平板載荷試験(最大載荷荷重強度  $452.6 \text{ kN/m}^2$ , 単サイクル方式 8 段階載荷)を実施した(写真-3)。試験結果より、試験最大荷重  $452.6 \text{ kN/m}^2$  に対する沈下量は 15.6mm で、極限支持力度の判断基準である「載荷板直径の 10% (30mm)」の範囲内である。道路ボックスの許容地盤反力  $145 \text{ kN/m}^2$  に対して、 $158.9 \text{ kN/m}^2$  以上の長期許容支持力度が得られ、改良地盤の支持力が確保できる結果が得られた。

過圧密比を考慮した地盤のせん断強度より求めた許容支持力度と平板載荷試験で得られた許容支持力度には  $60 \text{ kN/m}^2$  程度の開きが見られる。これは、平板載荷試験では最大荷重で地盤の破壊には至っていないことから、計算値に比べて過小に評価されたためと考えられる。

### 5. あとがき

平板載荷試験結果より、真空圧密工+載荷盛土工で改良された地盤は、道路ボックスの支持地盤として採用しても問題ないことが確認できた。試験結果を受けて、現場においては道路ボックスを設置し(写真-4)、裏込め、埋戻し施工を行っている。真空設備の運転停止、載荷盛土撤去によるリバウンド、道路ボックスの施工・盛土施工による再沈下を考慮して 12cm 程度上越しして道路ボックスを設置したが、埋戻し段階で 6cm 程度の沈下が発生しているが、上越し範囲内に収まっている。今後、埋戻し、下部・上部路床の施工が継続していくが、引続き地盤の挙動を観測することとしている。

### 参考文献

- 1) 香西, 三田地他: 真空圧密工法における真空解除後の地盤の強度と変形 地盤工学会北海道支部技術報告集 平成 15 年 1 月
- 2) 香西, 三田地, 長谷川: 真空圧密工法における真空解除後の地盤の強度予測 第 38 回地盤工学研究発表会 2003 年 7 月



写真-2 掘削状況



写真-3 平板載荷試験



写真-4 ボックス据付状況