

## 寒冷地におけるアンカー荷重と荷重計温度との関係

三重大学大学 正会員 ○酒井 俊典

(国研) 土木研究所 正会員 宮武 裕昭・近藤 益央・小出 央人・西田 洋介

北海道土質コンサルタント(株) 正会員 山下 英二

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 山木 正彦

### 1. はじめに

グラウンドアンカー（以下、アンカー）は、斜面・法面における安定対策のための抑止工法として広く利用されてきている。アンカーは斜面・法面の安定性を保持するため大きな緊張力が導入されており、維持管理において作用している緊張力を適切に評価することが重要である。アンカーの緊張力は、施工されている背面の地山状況、あるいは施工された周辺状況等、種々の影響を受け変化することが示されている。寒冷地においては、冬期にアンカーが施工された地山に凍上が発生した場合、アンカー緊張力の増加が見られることも報告されている<sup>1)</sup>。本報告では、北海道内の道路のり面を対象に、アンカー施工後に荷重計を設置するとともに、荷重計に温度計を、また深度 0.4m に熱電対を設置し、アンカー荷重と温度の測定を行い、冬期間の寒冷地におけるアンカー荷重と温度との関係について検討した結果について示す。

### 2. 現地状況

写真 1 に調査を実施した法面を示す。本法面には擁壁部と法枠部にアンカーが施工されており、本報告では上部の法枠部の交点に施工された 9 箇所のアンカーを対象とした。本地点で施工されたアンカーの規格は KTB K6-2H で、設計アンカー力および定着時緊張力は 230 kN である。アンカー自由長は 5.5m～11.5m、定着長は 9.5m となっている。法枠部のアンカーは 2018 年 9 月～11 月に施工が行われ、9 箇所のアンカーにはアンカー施工後、写真 2 に示す荷重計および温度計を設置し、アンカー荷重および温度の測定を行った。また、各アンカーでは、背面地盤の深度 0.4m の位置に熱電対を設置し、2018 年 12 月 5 日から地中温度の測定も行った。測定に使用した荷重計および温度計は、東京測器研究所社製 KCK-1MN および KT-110A で、データ収録はオサシ・テクノス社製データロガー NetLG401G を用い 1 時間毎に行った。

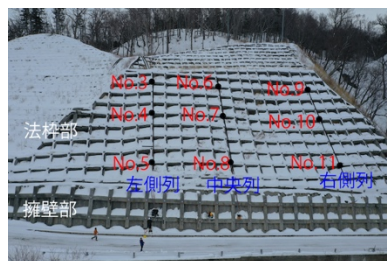


写真 1 現場状況



写真 2 荷重計と温度計

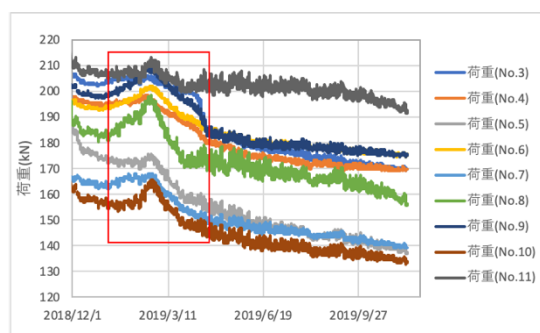


図 1 アンカー荷重変化

図 1 に熱電対の測定が開始された 2018 年 12 月 5 日からの各アンカーの荷重変化を示す。各アンカーとも図中の赤枠で囲む冬期間に荷重変化が確認され、最高荷重を示した後に荷重低下が見られる。本地点ではアンカー荷重、および荷重計に設置した温度、並びに熱電対による 0.4m 深の地中温度を 1 時間毎に計測を行っている。凍上等の影響を評価する場合、1 日の平均温度を基に評価されることが多いため、各日 0:00～23:00 の日平均値を求め検討を行った。図 2 は、各アンカーの日平均アンカー荷重と、荷重計に設置した温度計の日平均温度の累積値、および熱電対による 0.4m 深の日平均地中温度の累積値を、測定開始から 2019 年 4 月 30 日まで示したものである。また、図中には冬期間のアン

キーワード グラウンドアンカー、荷重、温度

連絡先 〒514-0005 津市栗真町屋町 1577 三重大学大学院生物資源学研究所 TEL 059-231-9580

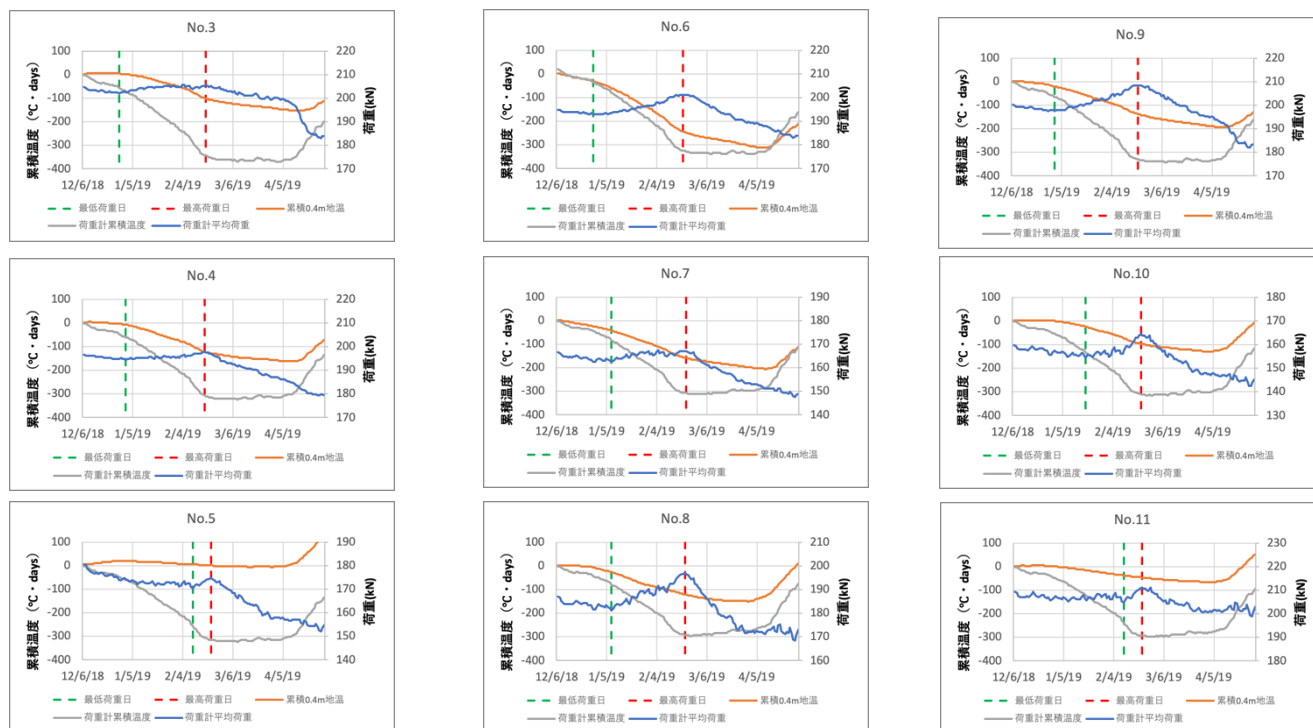


図2 アンカー緊張力と積算温度

カー荷重が最低および最高を示す日を破線で示している。いずれのアンカーも、累積温度の低下曲線の傾きが変化する2019年2月20日前後にアンカー荷重の最高値が現れる。表1は、各アンカーの観測開始時から最高荷重を示す日までの累積温度、並びに冬期間にアンカーが示す最低荷重、最高荷重、および増加荷重を示したものである。累積温度は上段に施工されたアンカーで小さくなる傾向が見られ、荷重計に設置した温度計

表1 累積温度と冬期増加荷重

| 荷重計 |         |                      |          |          |          |
|-----|---------|----------------------|----------|----------|----------|
|     | アンカーNo. | 荷重計累積温度<br>(°C・days) | 最高荷重(kN) | 最低荷重(kN) | 増加荷重(kN) |
| 左列  | No.3    | -343.3               | 205.5    | 202.2    | 3.3      |
|     | No.4    | -305.6               | 197.9    | 194.5    | 3.4      |
|     | No.5    | -313.7               | 174.6    | 170.4    | 4.2      |
| 中央列 | No.6    | -323                 | 201.3    | 193.1    | 8.2      |
|     | No.7    | -306.9               | 167.6    | 162.4    | 5.2      |
|     | No.8    | -290.2               | 197.1    | 181.2    | 15.9     |
| 右列  | No.9    | -329.8               | 208.6    | 197.7    | 10.9     |
|     | No.10   | -307.6               | 164.4    | 154.4    | 10       |
|     | No.11   | -291.9               | 211.1    | 204.7    | 6.4      |

| 0.4m深熱電対 |         |                      |          |          |          |
|----------|---------|----------------------|----------|----------|----------|
|          | アンカーNo. | 荷重計累積温度<br>(°C・days) | 最高荷重(kN) | 最低荷重(kN) | 増加荷重(kN) |
| 左列       | No.3    | -100.7               | 205.5    | 202.2    | 3.3      |
|          | No.4    | -120.2               | 197.9    | 194.5    | 3.4      |
|          | No.5    | 0.7                  | 174.6    | 170.4    | 4.2      |
| 中央列      | No.6    | -243.3               | 201.3    | 193.1    | 8.2      |
|          | No.7    | -157.7               | 167.6    | 162.4    | 5.2      |
|          | No.8    | -119.5               | 197.1    | 181.2    | 15.9     |
| 右列       | No.9    | -136.8               | 208.6    | 197.7    | 10.9     |
|          | No.10   | -96.2                | 164.4    | 154.4    | 10       |
|          | No.11   | -45.3                | 211.1    | 204.7    | 6.4      |

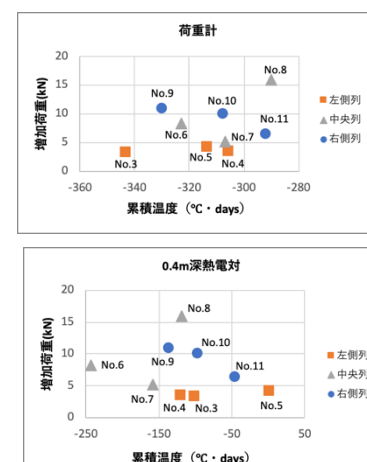


図3 増加荷重と累積温度の関係

では-343～-290°C・days、深度0.4mの熱電対では-240～0.7°C・daysとなっている。下段のNo.5では0.4m深の熱電対の温度低下が明瞭でなく、累積温度がプラスになっている。なお、冬期間の最小荷重と最大荷重の差は15.9kN～3.3kNであった。図3は、冬期間の増加荷重と累積温度との関係を示したものである。冬期間の増加荷重を列ごとに見ると、左側列では累積温度に関係なく概ね5kN程度の増加が見られる。下段No.5では0.4m深の熱電対の累積温度がプラスを示すものの荷重増加が見られる。中央列では累積温度が大きい下段No.8の増加荷重が、計測したアンカー中で最も大きくなっている。右側列では、荷重計および0.4m深の熱電対とも累積温度が小さくなるほど増加荷重が大きくなる傾向が見られる。

#### 4. おわりに

アンカー施工後に荷重計および温度計、並びに0.4m深の熱電対を設置し、冬期間の寒冷地におけるアンカー荷重と温度との関係について検討を行った。その結果、冬期において荷重増加が見られたが、累積温度と増加荷重との関係はアンカーによって異なり、アンカー設置状況や背面地盤等の影響を受けている可能性が考えられる。本報告は冬期に入ってから計測のため凍結指数が求められなかったため、今後は凍結指数や施工地盤の状況など多方面から冬期間のアンカー荷重変化の要因について検討を行いたいと考えている。

**参考文献** 1) 地盤工学会北海道支部：斜面の凍上被害と対策のガイドライン、平成22年