

冬期のアンカー緊張力変化と地表温度・地中温度との関係について

三重大学大学院 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
 (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工 (以下, アンカー) は, 切土法面等における変状を抑止するため, 現在まで全国各地で数多くの施工が行われてきている。アンカーは, 導入された緊張力により法面の安定性が保持されているため, 作用している緊張力を評価することが重要である。ところで, 寒冷地に施工されたアンカーにおいては, 冬期に背面地盤の凍上等の影響による荷重増加が見られることが述べられている¹⁾。本研究では, 北海道内の道路法面に施工されたアンカーを対象に, アンカーに荷重計を設置し荷重計測を行うとともに, 荷重計に設置した温度計で地表付近の温度, および熱電対によるアンカー近傍の地中温度の計測を行い, 冬期間におけるアンカー荷重変化と, 地表付近の荷重計の温度 (荷重計温度) および地中温度との関係について検討を行った。

2. 現地状況

写真1に調査地点の法面を示す。本法面の法枠交点に施工されたアンカーは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。アンカー長は5.5m~11.5m, 定着長は9.5mとなっている。アンカーの施工は2018年9月~11月に行われ, 施工後に写真1に示す9カ所の位置に荷重計を設置した。また, 荷重計には写真2に示すように温度計を設置し地表付近の温度計測を行うとともに, 各アンカー近傍に熱電対を深度0.4m, 0.6m, 0.8m, 1.0m, 1.2m, 1.4m, 1.6m, 1.8mの位置に設置し地中温度の計測を行った。



写真1 現地状況



写真2 荷重計設置状況

3. 観測結果

図1に荷重計設置後の2018年11月からの各荷重計の1時間毎の荷重変化を示す。各アンカーともアンカー施工直後に初期低下による荷重低下が見られる中, 冬期には荷重増加が見られる。その後, 2019年度の夏季に荷重低下がある程度落ち着いた後も, 冬期間において荷重増加が見られる。表1は, 2019年度冬期間の各アンカー近傍に設置した熱電対の各深度における最低温度, および荷重計温度の最低温度, 並びに冬期間のアンカー荷重増加を示したものである。最低温度は, 荷重計温度が-12℃~-14℃程度であるのに対し, 地中温度は表層付近の深度0.4mで-7℃~-1℃程度と高くなっている。また, 地中温度が氷点下を示す深度は, No.6アンカーで最大深の1.6mであるのに対し, No.4, No.5, No.11では0.6mと浅くなっている。なお, 冬期間におけるアンカー荷重増加と, 地盤内で地中温度が氷

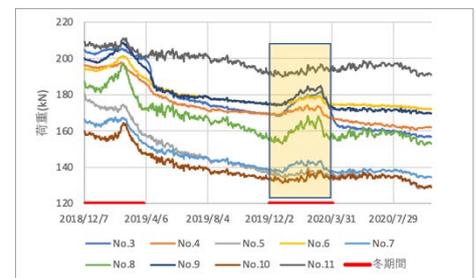


図1 アンカー荷重変化

表1 熱電対による地中温度

アンカー No.	荷重計 最低温度 (°C)	熱電対最低温度 (°C)							アンカー 増加(kN)	
		0.4m	0.6m	0.8m	1.0m	1.2m	1.4m	1.6m		1.8m
No.3	-14.4	-3.2	-1.5	-1.3	-0.9	-0.6	0.0	0.2	0.5	12.6
No.4	-13.5	-2.9	-1.0	0.3	0.9	1.7	2.1	2.7	2.9	4.8
No.5	-13.1	-1.3	-0.5	0.1	0.4	0.8	1.3	2.1	2.7	5.5
No.6	-14.4	-6.1	-2.0	-1.7	-1.1	-0.6	-0.1	-0.3	0.2	4.1
No.7	-13.4	-4.7	-1.8	-0.6	-0.3	0.3	0.9	1.5	1.9	5.1
No.8	-13.1	-3.3	-1.1	-0.6	0.0	-0.4	1.1	1.7	2.1	14.9
No.9	-13.9	-4.0	-2.3	-1.5	-0.9	-0.3	0.5	1.0	1.4	10.7
No.10	-13.5	-6.5	-2.0	-0.9	-4.0	-0.2	0.5	1.3	1.9	5.1
No.11	-12.8	-2.0	-1.1	-0.1	0.5	0.9	1.2	1.6	2.2	5.8

キーワード グラウンドアンカー, 緊張力, 冬期, 温度

連絡先 〒514-8507 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

点下を示す深度に明瞭な関係は見られない。

4. アンカー荷重と荷重計温度、地中温度

本地点において各アンカーとも、2018年度および2019年度の冬期間に荷重増加が確認された。このアンカー荷重変化と、0.4m深地中温度および荷重計温度との関係について検討を行ってみる。図2は上段に施工されたNo.3, No.6, No.9のアンカーを例に、1日毎の0.4m深地中温度、荷重計温度およびアンカー荷重を、2019年11月1日から2020年5月30日まで示したものである。温度変化は、0.4m深地中温度に比べ荷重計温度の変化が大きくなっている。図3はNo.3, No.6, No.9のアンカーを例に、2019年11月1日を初期値に、0.4m深地中温度および荷重計温度の積算温度とアンカー荷重を1日毎に示したものである。図中にはこの期間において、アンカー荷重が増加し始める日、およびアンカー荷重が最大となりその後荷重低下が見られる日を示す。アンカー荷重が最大となり荷重低下が見られる日は、おおむね荷重計積算温度が最低を示す日と近くなっている。一方、0.4m深積算地中温度が最低値を示す日は、アンカー荷重が最大となり荷重低下が始まる日から遅れている。表2は、各アンカーの冬期間におけるアンカー荷重が増加し始める日、アンカー荷重が最大となりその後荷重低下が見られる日、荷重計積算温度の最低温度が見られる日、0.4m深地中温度の最低温度が見られる日、およびアンカー荷重の最大値、アンカー荷重増加開始からの荷重増加量を示したものである。この期間でアンカー荷重が最大となり荷重低下が始まる日は、荷重計温度では積算温度が最低値を示し上昇が見られる日と-3日から9日の差となっているのに対し、0.4m深積算地中温度では9日から38日と遅れる。図2のNo.3, No.6, No.9アンカーの例では、0.4m深地中温度はアンカー荷重の低下が始まった以降においてもマイナスが見られるのに対し、荷重計温度はこの日を境にプラスを示す日が増加する傾向が見られる。

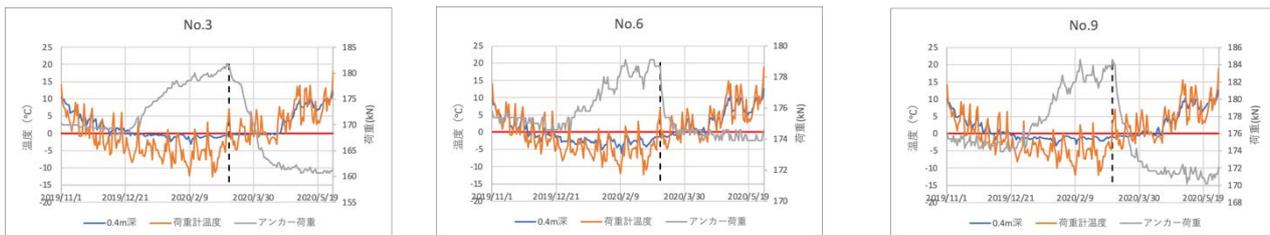


図2 0.4m深地中温度、地表温度、アンカー荷重の変化

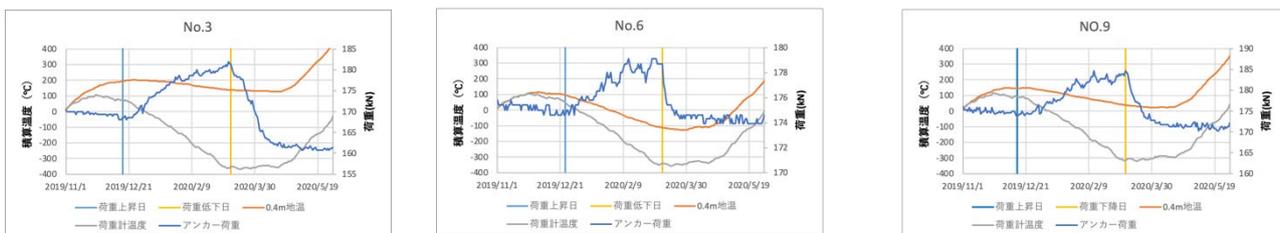


図3 0.4m深積算温度、積算荷重計温度、アンカー荷重の変化

5. おわりに

北海道内の道路法面に施工されたアンカーを対象に、アンカー荷重と、地中温度および荷重計温度との関係について検討を行った。その結果、冬期間にアンカー荷重の増加が確認された。冬期間でアンカー荷重が最大となりその後荷重低下が見られる日と、荷重計積算温度が最低を示しその後上昇する日とは最大9日以内の違いなのに対し、0.4m深積算地中温度の最低値は最長38日遅れて見られた。以上の結果、本地点での冬期間のアンカー荷重変化は、地中温度より地表付近の荷重計温度に関係している可能性が考えられた。本研究を進めるにあたり、LLCアンカーアセットマネジメント研究会にご協力を頂きました。記して感謝申し上げます。

表1 荷重増加、荷重低下発現日および温変化の日

アンカーNo.	荷重増加開始日	荷重低下開始日①	0.4m深積算温度最低日②	①と②の積算温度の日数	荷重計積算温度最低日③	①と③の積算温度の日数	荷重増加開始日の荷重④ (kN)	荷重低下開始日の荷重⑤ (kN)	⑤と④の荷重差 (kN)
No.3	2019/12/16	2020/3/11	2020/4/18	38	2020/3/18	7	169.3	181.9	12.6
No.4	2019/12/14	2020/3/9	2020/4/4	26	2020/3/18	9	169.3	174.1	4.8
No.5	2019/12/26	2020/3/11	2020/3/20	9	2020/3/18	7	134.3	139.8	5.5
No.6	2019/12/25	2020/3/11	2020/3/27	16	2020/3/18	7	175	179.1	4.1
No.7	2019/12/26	2020/3/10	2020/3/20	10	2020/3/8	-2	138.4	143.5	5.1
No.8	2019/12/26	2020/3/5	2020/3/27	22	2020/3/8	3	155	169.9	14.9
No.9	2019/12/14	2020/3/9	2020/3/31	22	2020/3/18	9	173.9	184.6	10.7
No.10	2019/12/26	2020/3/11	2020/3/27	16	2020/3/8	-3	132.5	137.6	5.1
No.11	2019/12/27	2020/3/10	2020/3/27	17	2020/3/8	-2	189.5	196.9	7.4

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