

水盛式沈下計の寒冷地対策の一提案

中央復建コンサルタンツ株式会社 正会員 ○橋 直毅

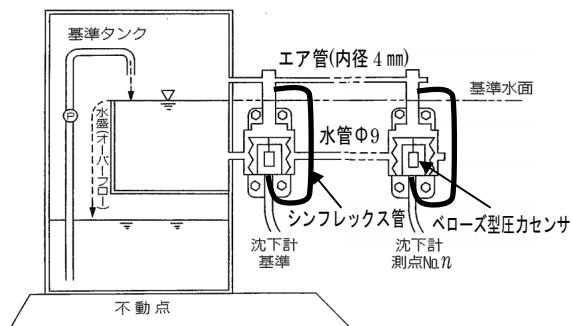
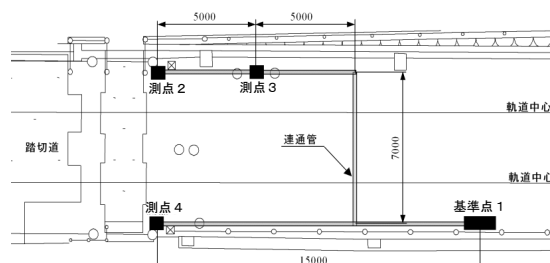
中央復建コンサルタンツ株式会社 正会員 新田 耕司

1. はじめに

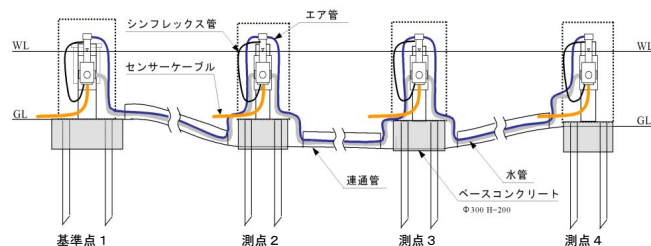
差動トランス式水盛式沈下計（以下水盛式沈下計）は、近接施工に伴う影響度把握を目的とした計測管理に有用で、最も一般的に用いられている計器の一つである。しかし、水盛式沈下計は水を媒体とする計器であり、冬季の凍結による計器の不具合が懸念されるため、寒冷地での使用実績が一般的に少ない。また、寒冷地での使用に際しては、断熱材や凍結防止器などによる凍結防止策が講じられているようであるが¹⁾、寒冷地仕様として標準化されていないのが実状である。本検討は、実際の計測現場における水盛式沈下計の凍結防止対策を施した場合に生じた計測データの異常に対する措置を踏まえ、有効な寒冷地対策法を提案するものである。

2. 水盛式沈下計の概要²⁾

水盛式沈下計は、図-1 に示すように基準水面を設けた不動点と各測点間をU字型水管により連結させ、基準点を含めた測点の水重量の変化に連動するペローズの伸縮量を差動トランスにより測定し、各測点の鉛直変位とするものである。ペローズ内部の空気は、大気中の風や大気圧などの影響を避けるためにシンプレックス管を介して各々の沈下計水面上に開放される。さらに、水面上の空気は、エア管を介して各沈下計を経て、最後に基準タンク内の大気に開放される。この機構により、各計器内の空気圧および測点間の空気圧が一定となり、正確な測定が可能になる。

図-1 水盛式沈下計の原理²⁾

(a) 平面図



(b) 断面図（測点間距離は平面図に示すとおり）

図-2 水盛式沈下計の設置状況

3. データの異常と異常値発生の原因推定

本検討は、下水シールドトンネル築造に伴う地表面への影響を捉えるための実際の現場計測工において実施し、図-2 のように設置した水盛式沈下計を対象とした。本計測は、2002 年 12 月下旬から 2003 年 3 月下旬までの冬季の計測であり、最高で氷点下 5℃程度まで低下する条件であることから、予め図-3 のように凍結防止対策を施した。

なお、凍結防止器（DR2220 100V 200W）の熱線は、サーモスタットの作用により 4℃±3℃以下になると通電を開始し、11℃を超えると停止するようになっている。しかし、図-4 の経時変化図に示すように氷点下に入ったと同時に全測点で異常値

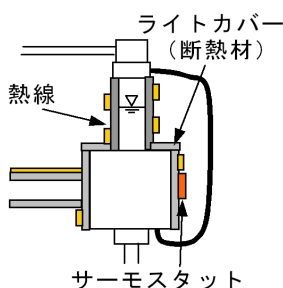


図-3 計器の凍結対策状況

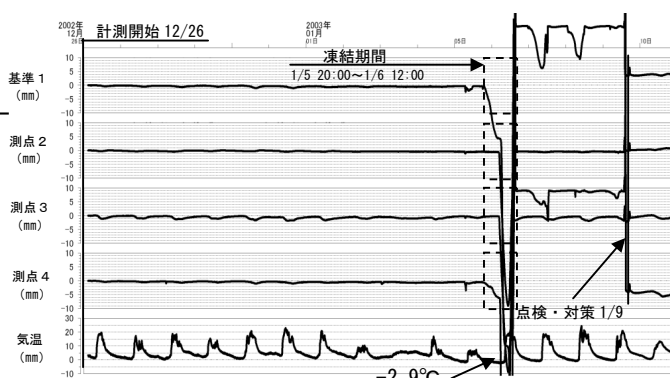


図-4 各沈下計データの経時変化（凍結による異常値）

キーワード 水盛式沈下計、近接施工、計測管理、凍結、結露

連絡先 〒533-0033 大阪府大阪市東淀川区東中島 4-11-10 中央復建コンサルタンツ株式会社 TEL 06-6160-2132

が発生した。このことからデータの異常は、凍結によるものと判断し、① 凍結防止器が正常に作動していない、② 断熱材の巻き不足などを確認するための点検を実施し、これらに異常がないことを確認した。しかし、凍結防止器の熱線が直接外気に触れている箇所では、熱線の

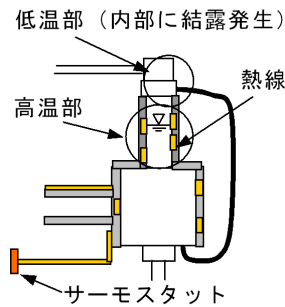


図-5 凍結後の対策状況

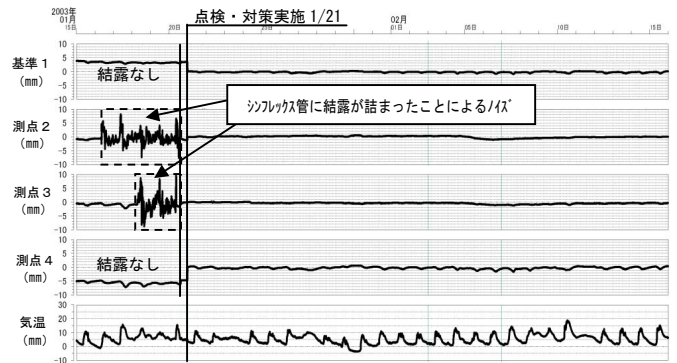


図-6 各沈下計データの経時変化図（結露によるノイズ）

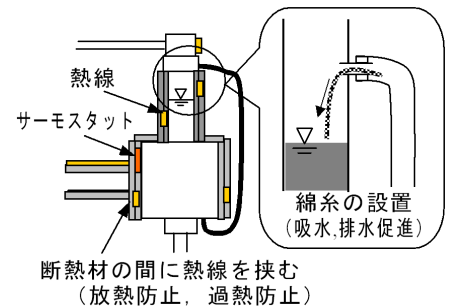


図-7 計器の結露対策状況

の温度上昇が認められなかった。これは、当初の熱線の設置状況では、放熱により熱線の温度上昇が阻害されたことによるものと考えられる。したがって、熱線の放熱防止対策として図-5 に示すように計器に直接熱線を巻き、その上に断熱材で保護することを行った。この対策以後凍結は生じなかったものの、次に凍結が原因とは考えにくい図-6 に示すような異常値が測点2、3で認められ、点検を行ったところ、計器とシンフレックス管の接続部に結露の発生が認められた。結露の発生は、外気に触れているサーモスタットが常時発熱することで水温が60℃付近まで上昇し、過熱状態になったためと考えられる。特に、外気と接触するシンフレックス管は低温で、結露が発生しやすくなっているものと思われる。また、計器とシンフレックス管の接続部はΦ2 mmと細く、水滴がその部位に流入するとシンフレックス管は遮断され、ベローズ内部と計器内部の圧力均衡が崩れることになる。このことは、現場点検において、計器とシンフレックス管の接続部に詰まった水膜を除去すれば測定値が正常に戻ったことにより確認した。したがって、異常値の発生原因は、計器とシンフレックス管の接続部に流入した結露の水滴によるものと判断した。

4. 異常値発生防止対策

異常値の発生は、結露発生と水温の過熱状態によるものと判断されたため、以下のような対策を講じた。

結露防止対策は、図-7 に示すようにΦ1 mm程度の綿糸を計器とシンフレックス管の接続部に挿入することを検討し、次の効果を期待した。① 糸が乾燥状態の場合、毛管作用により水滴を吸収する。② 糸が飽和状態の場合は、圧力水頭が低い糸端部でシンフレックス管内の水滴が排出される。

また、水温の過熱防止については、直接計器に熱線を設置するのではなく、図-7 に示すように熱線を断熱材に挟み込むようにし、サーモスタットを計器に接するように設置した。

なお、本対策により、ノイズ発生前の常時変動が±2 mm程度であったものが、±0.5 mm程度に抑えることができた。

5. まとめ

本検討において、寒冷地の水盛式沈下計の凍結防止策として、凍結防止器と断熱材の組み合わせは有効であるものの、結露の発生に伴うシンフレックス管への水滴流入のため、データにノイズを発生させる可能性が高いことがわかった。このため、①水温の過熱防止、②シンフレックス管と接続部の温度を上げる、の結露防止策を講じるとともにシンフレックス管への水滴の流入防止策として、③計器とシンフレックス管の接続部への綿糸挿入がデータのノイズ発生抑制に有効であることがわかり、この対策により寒冷地への水盛式沈下計の適用性が広がると考えられる。しかし、本検討は一つの短期の計測事例であり、他の凍結・結露防止対策方法に対する検討、結露発生・水滴流入のメカニズムの解明、長期の計測実施等により最適な対策法を検討することが今後の課題であると言える。なお、本現場計測工において、3月末時点で異常値の発生は確認されていない。

参考文献

- 1) 中根博司著：土木計測概論，株式会社土木計測研究所，pp.135～141，1981.1.
- 2) ㈱自動制御技術研究所：カタログ No. 0201-JS 差動トランス式水盛沈下計 JS-50.