

周期特性に着目した温度変化を受けるマスコンクリートの変形挙動評価

独立行政法人 水資源機構 正会員 ○曾田 英揮

1. 目的

ダムなどの大規模なコンクリート構造物では外気温の変化による変形が発生することが知られている。これら挙動は温度変化による膨張・収縮により、断面内の温度分布や部材の平均温度が変化することにより発生する。ダムのプラムラインに関して飯田¹は熱伝導による時間遅れを考慮した検討方法を示しているが、熱伝導による伝達時間の遅れは日間変動など短周期成分を減衰させていると考えられる。本検討では外気温変化と計測された挙動の周期特性に着目して H=30m のコンクリート構造物における変形挙動を評価したので報告する。



図-1 観測点の位置写真

2. 計測概要

計測を行ったのは、阿木川ダムの洪水吐き門柱 (H≒30m) である。当初 GPS 計測を実施するための基準点を置いていたが、門柱の温度による挙動が大きいために、故障時のバックアップ的な位置づけで 10 年間の計測を実施しているものである。

計測には GPS 計測²を使用した。建屋の状況を図-1 に示す。

3. 計測結果

10 年間の経時変化と外気温を図-2 に示す。図-2 によれば外気温の変動に伴って NS,UD 方向に変形が生じている。NS 方向は夏場に水面のある南側に変位し冬に北に戻る挙動を年間約 6mm の幅で、UD 方向は夏場に隆起し、冬に沈下する挙動を年間約 8mm の幅で示している。EW 方向は概ね±1mm 以内の変動を生じているが、一定の傾向は見え、計測誤差であると考えられる。

温度変化との相関が高い NS,UD について日平均気温との相関を図-3 に示す。ここでは NS,UD とともに高い相関を示しているが、6～8mm 程度の変形量に対して NS で 3mm 程度、UD で 4mm 程度の幅を持っており、外気温のみで変位を予想することが困難である。時間遅れや、移動平均によりこれらデータが持っている近似するにあたっては、図-3 に見られる気温との関係に生じるバラツキを小さくする手法を考える必要がある。

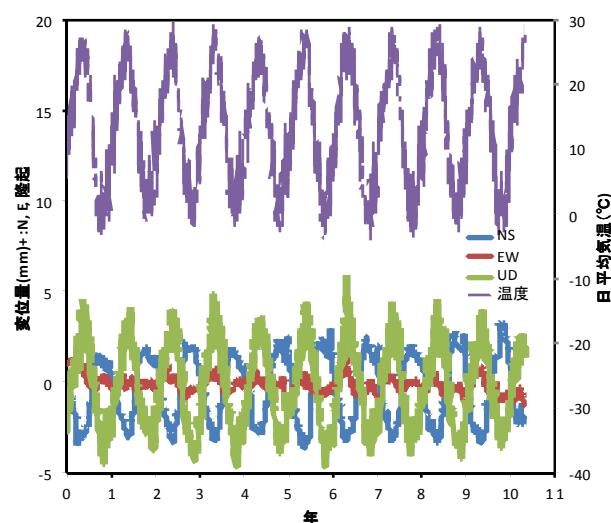


図-2 気温と変位の計測結果

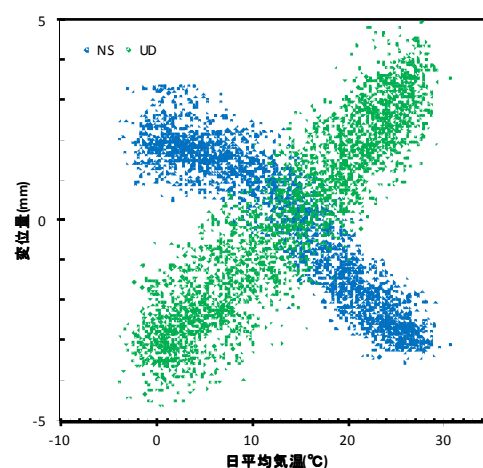


図-3 気温と変位の相関

キーワード GPS 計測, 変位, 外気温, 伝達関数, LPF

連絡先 〒338-0812 さいたま市桜区大字神田 9 3 6 (独) 水資源機構 総合技術センター試験場 T E L 048-853-1785

4. 変形挙動の周期特性

変形挙動の周期特性を見るために、図-4 に日平均気温と変位のフーリエスペクトルを示す。使用したのは ViewWave³で、Parzen 窓の幅は 1 回/年の周期としている。気温と NS、UD のスペクトルはよく似た形状を示すが、NS 方向では 10 回/年以上、UD 方向では 40 回/年以上で気温と異なる傾向を示す。また、周期毎の振幅は、1 回/年の周期が最も大きく、それ以外の周期の振幅は相対的に小さいものになっている。

外気温変化による挙動への影響の周期特性を見るために、NS/外気温、UD/外気温の伝達関数を示したものが図-5 である。本図では、周期特性に着目するために、1 回/年の周期の NS/外気温、UD/外気温振幅比を 1 として示している。また、これら各々の伝達関数に類似するフィルタ特性としてアナログローパスフィルタ (LPF) 特性を記載する。LPF として用いたのは、-6dB/oct、1 段の LPF とし、LPF のカットオフ周期は伝達関数が -3dB ($1/\sqrt{2}$) となる周期とした。

気温に対して上記 LPF を掛け、変位との相関を見たものが図-6 である。これによれば図-3 に比較してバラツキの幅が小さくなっていることがわかる。これらバラツキの幅は 2mm 程度であり、EW 方向で発生していたと考えられるノイズ成分の大きさと概ね一致する。加えて NS 方向では線が 2 本に分かれており、上流側の水位が高いときと低いときで異なる軌跡を描くからではないかと考えている。

5. まとめ

外気温の影響を受けるマスコンクリートの変形挙動について、外気温と変形の周期特性に基づき、伝達関数を用いて変形特性を評価した。その上で簡易な LPF を用いた振幅特性の表現により、気温と変位の関係を示した。その結果、LPF を掛けた外気温と変位は良い相関を示した。引き続き遅延特性を検討することで、温度変化によるコンクリート変形挙動を表現できると考えられる。これを行うことにより、水位の影響など他の要因の分離も可能になるものと考えられる。

参考文献

飯田隆一, ダムの安全管理, (財)ダム技術センター, ISBN4-9902917-2-7, pp97-107, 2006.5

Shimizu, N., Nakashima, S. and Masunari, T., (2014); ISRM suggested method for monitoring rock displacements using the Global Positioning System (GPS), Rock Mechanics and Rock Engineering, 47(1), pp.313-328.

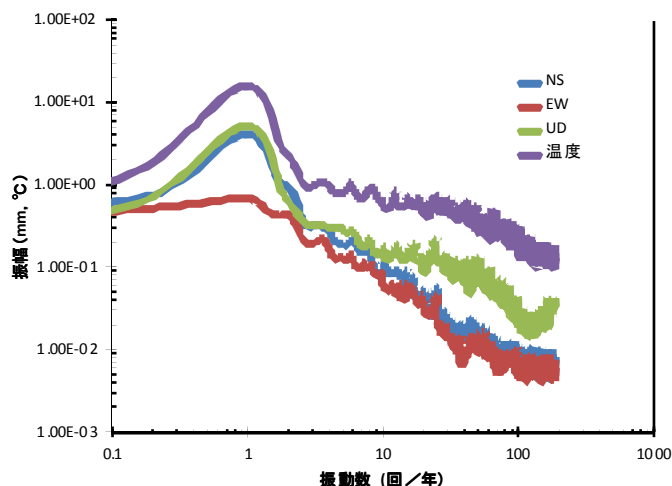


図-4 気温と変位のフーリエスペクトル

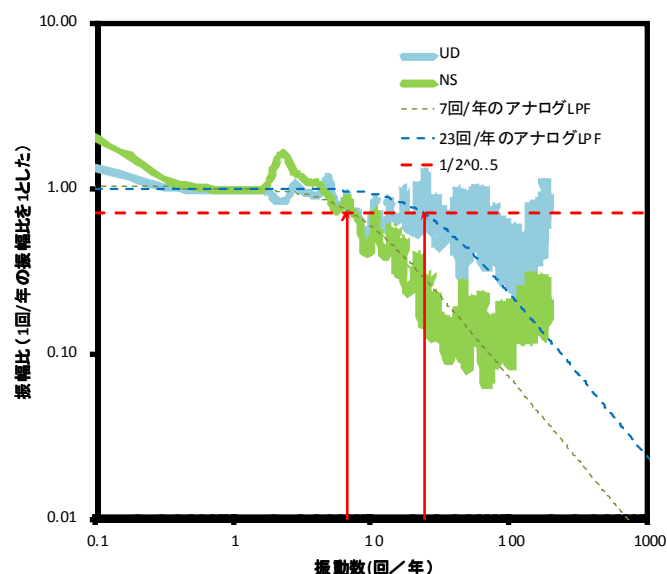


図-5 気温と変位の伝達関数・LPF 特性

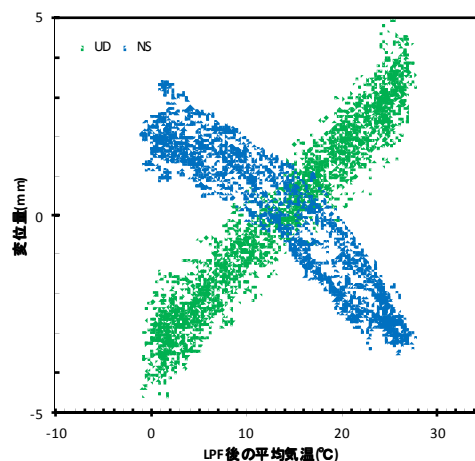


図-7 LPF を掛けた気温と変位の関係