

III-A 422

凝灰岩採石場における熱応力の計測

西松建設 正会員 堀場 夏峰、稲葉 力
 日本国土開発 利光 立行
 北海道大学 正会員 藤井 義明
 北海道大学 石島 洋二

1. はじめに

札幌近郊の凝灰岩採石場では、地表面部において過去数回の山はね（音響とともに岩盤が破壊する現象）等の地圧現象を経験している。この現象の主な要因として水平地圧の存在が挙げられる¹⁾。また、山はねは夏季に生じていることから、水平地圧の発生要因の一つに熱応力が考えられる。

そこで、今回スリットを用いた地圧、熱応力計測ならびに岩盤温度の計測を試みた。以下にこれまでに得られた結果について報告する。

2. 採石場の概況

採石現場は札幌市南区常盤の道々支笏湖線沿いに位置し、支笏溶結凝灰岩（通称札幌軟石）をベンチカット方式で採石している（図1）。過去の山はねは図1中のA、Bの位置で発生している。また、現在はカッターの噛み込みや石材の小規模な山はね等の地圧現象が観察されている。

3. 計測方法

今回の計測ではコンクリート表面変位計を採用した。そのため、変位量を用いて（熱）応力を評価するためにはその応力を解放する必要がある。解放面にはスリットや孔が考えられる。スリットを採用したのは、孔に比べて感度（単位応力変化に対する変位量：3次元変位くい違い法²⁾を用いた弾性解析によって評価した）が大きいからである。次に各計測方法について述べる。

(1) 地圧計測

岩盤表面に3本の側線を引き、測線の横にコンクリート表面変位計を設置する。側線に沿ってチェーンソーでスリットを掘削する。掘削前後の岩盤表面の変位より地圧を推定する（図2）。

(2) 岩盤温度分布の計測

鉛直下向きに直径110mmの孔を穿孔し、その後口元から0.2m、0.7m、1.2m、1.7m、ならびに少し離れた表面から0.2mの深さに測温抵抗体をセットし、孔を砂で満たした（図3）。データは1時間毎にデータロガーに記録する。

(3) 熱応力の計測

地圧計測の後、コンクリート変位計をスリットを跨ぐように設置し（図3）、スリット幅の経時変化を計測する。データは1時間毎にデータロガーに記録する。

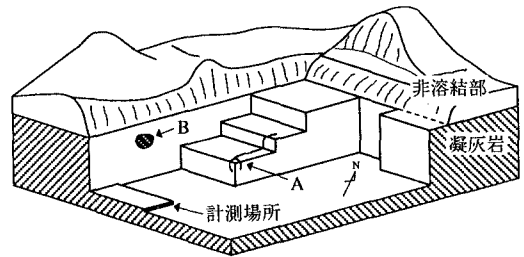


図1 現場概況図

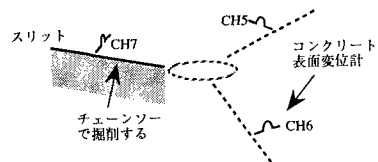


図2 地圧測定方法

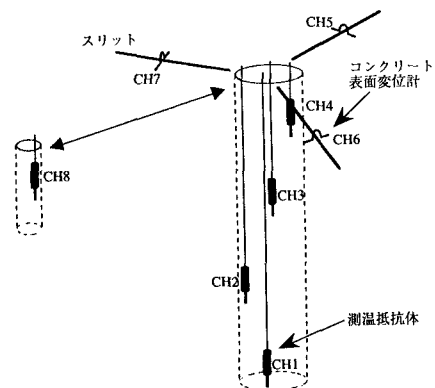


図3 岩盤温度分布および熱応力測定方法

4. 計測結果

地圧計測の結果より、最大主応力、最小主応力の大きさはそれぞれ0.4MPa、0.1MPaであった（計測場所付近の岩石の一軸圧縮応力は9.0MPa）。

岩盤表面の温度分布と熱応力の計測は1995年9月14日から11月14日までの2カ月間行った。岩盤温度の経時変化を図4に示す。岩盤表面部（深度0.2mのCH4、CH8）では約24時間周期で温度が変化している。深度1.7m（CH1）では時折、温度の一時的な低下がみられるが、ほぼ一定の温度で推移している。深度1.2m（CH2）、深度0.7m（CH3）では明らかな周期性はみられず、徐々に温度が低下している。また、計測の前半と後半で岩盤表面と深部の温度が逆転している。

気象庁のデータによる札幌市の気温の変化と岩盤表面部の温度変化（CH4）を図5に示す。気温と岩盤表面温度は相似した挙動を示す。また、最低気温と岩盤表面温度はほぼ一致しているのが注目される。図6は札幌市の1995年の年間気温変化と平年値を示したものであるが、最低気温と岩盤表面温度が等しいと仮定すれば、夏季と冬季の平均的な岩盤表面温度はそれぞれ約20℃、-10℃であると推定できる。

次に、岩盤表面の温度と熱応力の経時変化を図7に示す。2ヶ月の計測期間に岩盤表面温度の低下に伴い約0.3MPaの引張の熱応力が生じている。岩盤温度の低下に対する熱応力の割合を求めたところ最大値、最小値がそれぞれ0.0362、0.0242MPa/℃であった。0.03MPa/℃を仮定すれば、先に述べた年間の温度変化に伴う応力振幅は約1MPaであると推測される。

5. おわりに

当現場の岩盤表面温度は最低気温とほぼ一致し、年間で約30℃の温度振幅をすると予想された。また、温度変化1℃あたり0.03MPaの熱応力が発生することがわかった。以上より、年間の応力振幅を約1MPaと予想した。

参考文献

- 1) 利光立行・藤井義明・石島洋二・平田篤夫：凝灰岩採石場の山はねに関する調査、平成7年資源・素材学会春季大会講演要旨集、pp.62.1995
- 2) 石島洋二・藤井義明：3次元変位くい違い法-その原理と板状介在物ならびに近接累層問題への応用-、日本鉱業会誌、vol.103,No.1198,pp.835-840.1987

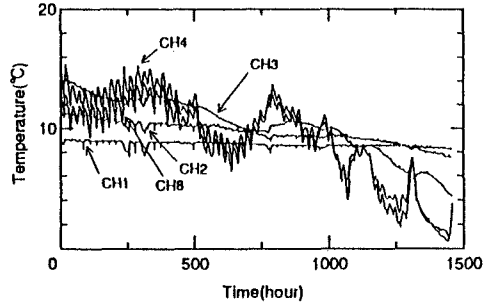


図4 岩盤温度の経時変化

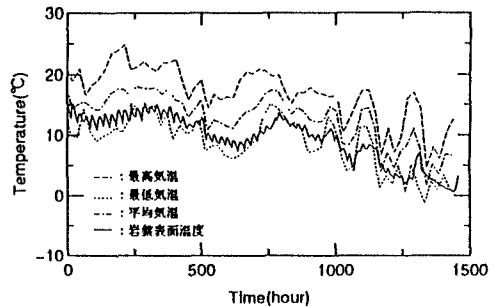


図5 気温と岩盤表面温度変化（気象庁による）

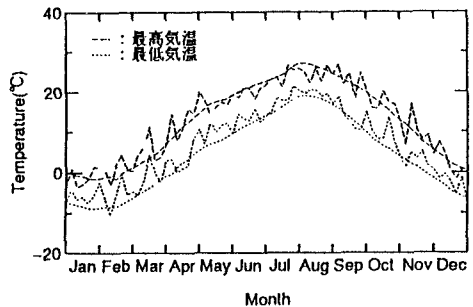


図6 札幌市の1995年気温変化と平均値

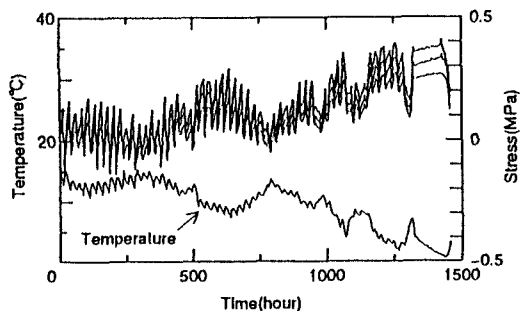


図7 岩盤表面の温度と熱応力の経時変化