

III-431

岩盤空洞周辺の水理挙動に対する3次元浸透流解析の適用性について

鹿島建設株式会社 正会員 ○社本 芳明
 鹿島建設株式会社 手塚 康成
 鹿島建設株式会社 正会員 青木 謙治

1. はじめに

岩盤空洞を対象とした浸透流解析は基本的に3次元解析によるべきであるがモデル設定の簡便さや計算機の容量の制約等の理由で空洞端部や形状の複雑な部分以外は2次元解析で代えられることが多く、3次元解析の実施例は2次元解析に比べて非常に少ない。ここでは、実際の岩盤空洞を対象として3次元解析を実施し、その結果を実測値と比較して適用性を検討した結果を示した。

さらに、3次元解析を実施するには解析コストの面からの制約によって、今後も当分は2次元解析が主体となると考えられる。そこで2次元解析もあわせて実施し、その結果を実測値及び3次元解析結果と比較し2次元解析の適用上の留意点を検討した。

2. 解析対象

今回解析の対象としたのは花崗岩岩盤中に掘削された地下空洞であり解析モデルは図-1に示した通りである。解析モデルの空洞中央断面は図-2に示した通りであり、岩盤A（新鮮岩盤）の透水係数は200点以上のルジオン試験結果から得られた 2.5×10^{-6} cm/sを用い、岩盤B（風化帯）の透水係数は 5.0×10^{-4} cm/sとした。降雨涵養量としては1年間の水文観測データから得られた 0.7 mm/dayを用いた。解析に用いた手法は飽和不飽和の浸透流解析手法¹⁾²⁾であり、今回は定常計算を行った。2次元解析は空洞中央断面で3次元解析と条件を合せて実施した。

3. 解析結果

3次元及び2次元解析結果のうち空洞周辺の間隙水圧分布、地下水面の形状、空洞への湧水量をそれぞれ実測値と比較したものを図-3、4表-1に示した。図-3は空洞中央断面での間隙水圧分布を示したものである。図中（ ）内の数字は岩盤

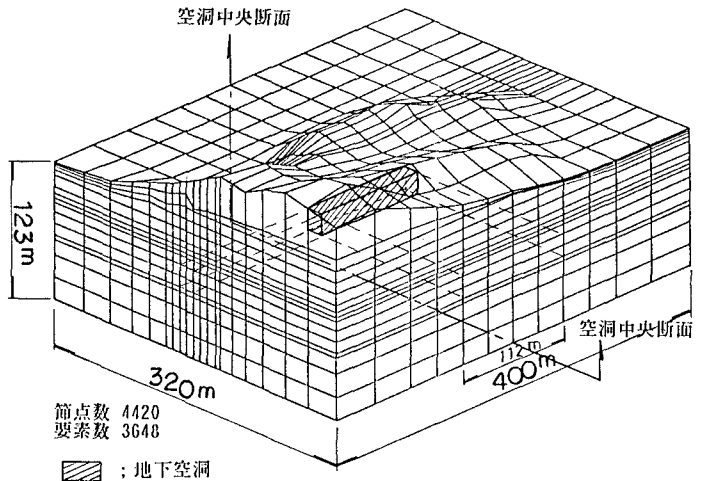


図-1 解析モデル

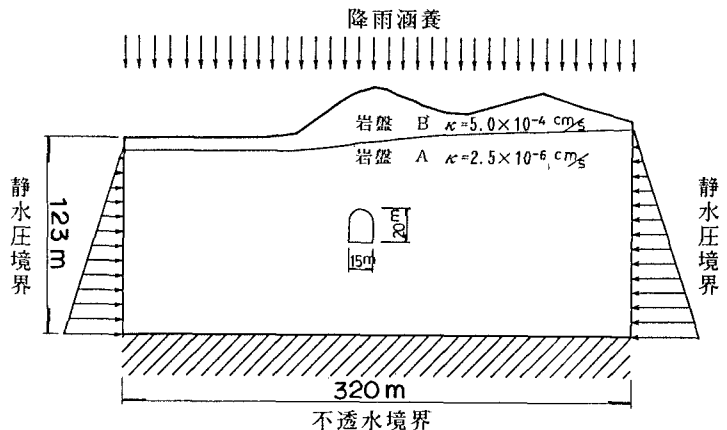
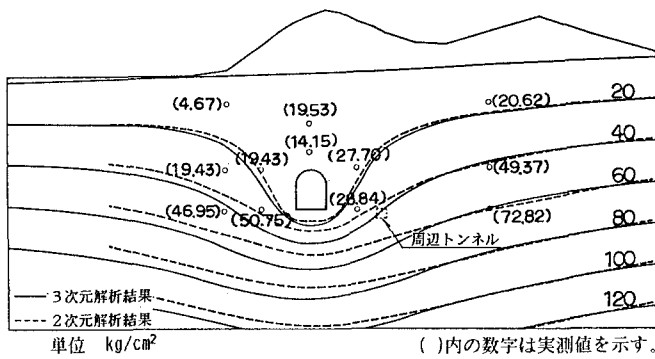


図-2 解析モデルの空洞中央断面

中に埋設された間隙水圧計の実測値を示しているが、周辺トンネルの影響で実測値が小さくなっている点を除けば3次元、2次元ともに実測値とよく合致している。図-4は地下水位の等高線を示したものである。3



図－3 間隙水圧分布図（空洞中央断面）

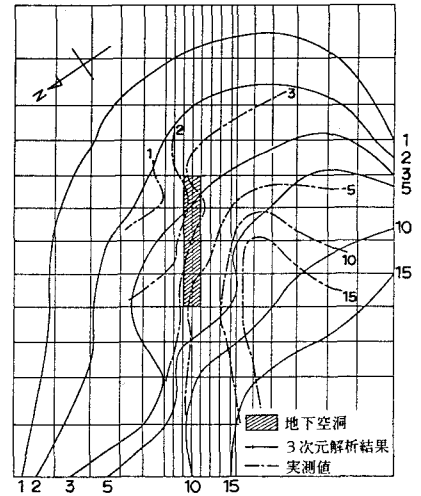
次元解析では均質な等方体を仮定しており、周辺トンネルや破碎帯等の存在を考慮していないため等高線の細部の凹凸は一致していないものの水位が西から東に向かってなだらかに低下していく地下水面形状は表現されている。表－1は湧水量の値を比較したものであり、2次元解析結果、3次元解析結果ともに実測値とほぼ近い値が得られている。ただし、2次元解析結果が3次元解析結果よりも小さくなっているのは空洞端部からの3次元的な水の回りこみを考慮できないためと考えられる。このことは表－2に示したように3次元解析結果のうち地下空洞の①～⑤の各断面での湧水量を比較してみると空洞中央部にあたる③断面での湧水量が最も小さく、空洞端部に行くにつれて湧水量が大きくなっていることから判断される。また、3次元解析結果のうち3次元的な影響が最も小さいと考えられる空洞中央断面での解析結果から空洞の単位長さあたりの湧水量を求め、その値に空洞の全長をかけると空洞全体の湧水量は39.5 m^3/day となり、2次元解析結果とほぼ一致する。

4. まとめ

3次元解析は間隙水圧、地下水位、湧水量ともに実測値と整合のとれた結果を示している。また、今回のような単一空洞のモデルでは空洞中央断面での間隙水圧分布及び湧水量は2次元解析結果も実測値と良く一致しており、空洞端部からの3次元的な水の回りこみが無視し得るようなケースでは2次元解析が地下空洞への湧水量及び空洞周辺の間隙水圧の評価に適用できる。現在問題に応じた解析手法の使い分けに注目し、とくに多数の空洞が隣接して掘削される場合の施工工程に沿った水理挙動の予測や3次元に複雑な形状を有する地下空洞の浸透流解析に対する3次元解析手法の改良・実用化を図っている。

《参 考 文 献》

- 1) 杉山、松本、佐々木、内田：三次元飽和・不飽和非定常浸透流解析の数値計算上の改良
第41回土木学会年次学術講演会概要集（第Ⅲ部門）、pp.557～558、1986
- 2) 赤井、大西、西垣：有限要素法による飽和・不飽和浸透流解析、土木学会論文報告集、第264号
pp.171～179、1977



図－4 地下水位等高線図（E.L. m）

表－1 空洞への湧水量の比較

	湧水量 (m^3/day)
実 測 値	45.3
2次元浸透流解析	38.0
3次元浸透流解析	55.5

表－2 空洞断面別湧水量の比較

	湧水量 (m^3/day)	断面位置図
①	12.0	
②	10.4	
③	9.9	
④	10.6	
⑤	12.6	