

近接空洞開発に伴う地盤の挙動

九州共立大学工学部 学生員 有 隅 正太
 同 上 正 員 亀 田 伸裕
 九州大学工学部 正 員 江 崎 哲郎
 同 上 正 員 蔭 宇 静

1. まえがき

地下深部での空洞開発、特に近距離に併設する空洞を掘削する場合は掘削法の相違、地盤の強度、支保そして充填の有無などの諸因子によって、空洞周囲の地盤挙動が異なる。従ってこれらの地盤挙動を事前に把握することにより、空洞建設に伴う安全性および経済性を検討することが重要である。本研究は、近距離に併設する偏平空洞開発の場合の掘削法、地盤強度および充填物の有無などのパラメータを考慮して、空洞周囲の地盤の破壊、変形挙動を検討したものである。

2. 解析および境界条件

今回、解析を行った地域は安山岩、頁岩の地盤中に層間9mの2層の急傾斜脈状鉱床を有するA鉱山である。掘削は高さ3.0m×幅3.75mの空洞を1スパンとし、まず最初に3スパンを掘削し、次に2スパンずつ上方に掘削すると同時に、下方の2スパンの空洞をずり充填し、常に3スパンの空洞を保っていくカット・アンド・フィル方式を採用した。解析は有限要素法による逐次弾塑性解析を試み、破壊条件式はモール・クーロンの式を用い、引張り破壊は粘着力の1/2と仮定した。各掘削において、破壊した要素は弾性係数を1/100に、ポアソン比を0.45に変化させる完全弾塑性体と仮定している。境界条件としては地下140mでの応力測定結果を参考に、下底のみを拘束し、上端および横方向は土被り圧と地形による荷重を載荷させる方法を採用した(図・1参照)。なお、表・1に今回用いた各岩盤の物性を示す。

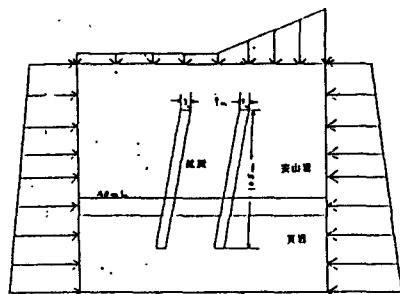


図-1 解析条件

表-1 岩盤の物性

	鉱脈	頁岩	安山岩	充填	空洞
ポアソン比 ν_0	0.13	0.18	0.18	0.45	0.45
弾性係数 E (t/m ²)	100000	150000	150000	1000	0.01
粘着力 C (t/m ²)	50	90	135	50	50
内部摩擦角 ϕ (°)	20	35	40	20	20
地層の自重 G (t/m ²)	2.52	2.75	2.85	2.52	0.00

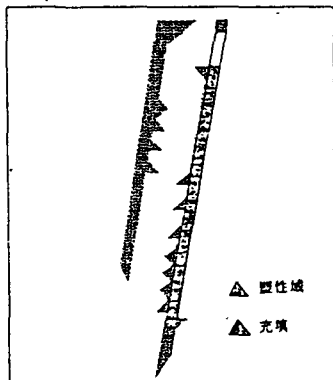


図-2 1層掘削(充填有り)

3. 解析結果

3.1 掘削法の相違

近距離にある空洞を掘削する場合、1層単独と2層同時に掘削した場合の最終状態の塑

性域を図・2および図・3に示す。1層掘削の場合、塑性域は鉱脈の空洞天盤および下盤周囲に現われるとともに、他方の鉱脈に塑性域が現れる程度である。これは鉱脈の強度が弱いためである。一方、2層同時掘削の場合も同様に、両層の空洞周囲に塑性域が広がる程度で、空洞相互の影響はほとんど無く、掘削法の相違による影響はなかった。これは両層の空洞高さが3 mで、空洞間隔がその3倍あるためであろう。

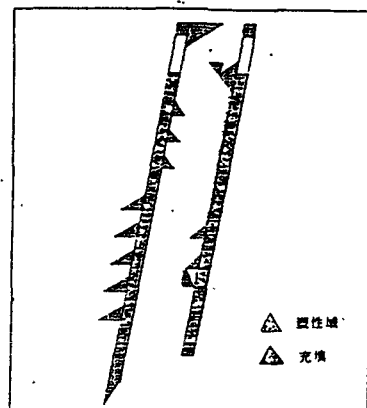


図-3 2層掘削（充填有り）

3.2 充填の有無および地盤の強度の影響

図・4は図・3と同じ条件で、ずり充填をしなかった場合の塑性域を示している。これによれば、ずり充填をした場合に比べ、両層の天盤と下盤に塑性域が広がり、しかも両層につながった破壊域を示しており、ともに空洞破壊の危険性が大きいことを示唆している。

一方、同じ条件で周辺の岩盤および鉱脈の強度を2倍大きくした場合の塑性域を図・5に示す。この場合は1層の下盤および下側に塑性域がわずかに広がる程度で、両層の空洞破壊の危険性はない。

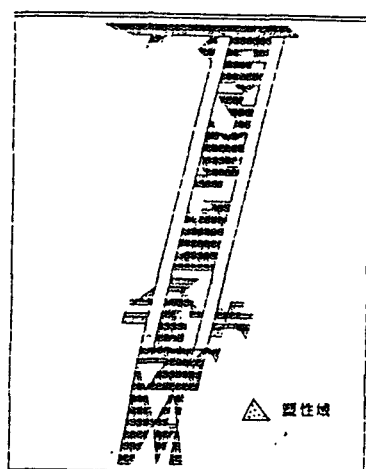


図-4 2層掘削（充填無し）

4. まとめ

近接空洞を開発する場合、空洞間隔、掘削法、地盤の強度および充填の有無が影響する。すなわち空洞間隔が空洞高さの3倍程度であれば、単独あるいは両層同時掘削でも空洞に対する影響は小さい。地盤の強度が大きい場合は充填の効果は少ないが、地盤強度が小さい場合は、充填の効果大きい。

〈参考文献〉

- 1) M.F. Lee, M.C. Bridges: Rock mechanics of crown pillars between cut and fill stopes at Mount Isa mine, The Institution of Mining and Metallurgy, Application of Rock Mechanics to Cut and Fill Mining, 316-329, London, 1981

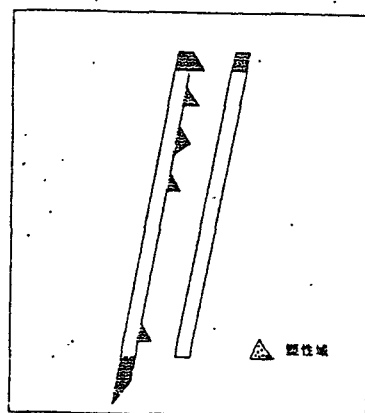


図-5 2層掘削（充填無し、粘着力2倍）