

大深度地下利用で計画されている空間の大きさを考えると、地下50～100mの深度における地下空間に対しても当然こういった陥没現象は生じる。これは、先頃発生した大谷石採掘跡の陥没や、アメリカにおける Solution Mining による大規模陥没現象などにおいても実証された。その一例を図1¹⁾に示す。またこの陥没は、空洞形成以後数十年という長期間後にも発生するという特徴を持っており、空洞形成時の天盤安定だけからは予測することができない。

3. 浅所陥没発生状況

次に、ある産炭地域で発生した浅所陥没の発生記録によって具体的に発生状況をみてみる。ある炭鉱地域（面積約 300km²）で発生した浅所陥没の月別発生状況を図2（データ数 785 件）に示す。これから梅雨期、集中豪雨など降雨量の多い時期に全体の約 60%が発生していることが分かる。また降水量の多い年に多くの陥没発生が見られる傾向がある。このことは降雨による間隙水圧の上昇および一時的な天盤荷重の増加が陥没発生の重要な影響要素であることを裏付けている。次に、地下空洞形成時からどの程度の時間を経過して陥没が発生したのかを推定してみる。

陥没が発生した地点の正確な空洞形成時期を断定することが困難なため、ここでは炭鉱の開山年と閉山年を用いて（A）空洞形成時を閉山年とする場合（B）空洞形成時を開山年とする場合（C）空洞形成時を閉山年と開山年の中間とする場合の3通りについて集計を行った。陥没発生率と時間との関係を図3に示す。

（D）はアメリカにおける同様の統計値²⁾である。陥没発生までの経過時間はアメリカのそれよりも短い傾向があるようだが、これについては今後の発生推移を含めて考えていくべきであろう。また実際には、地下採掘が比較的初期の段階で多く行われた事実があり、このような場所で陥没が多発していることから、（B）、（C）の中間程度が妥当な値ではないかと思われる。そのように考えると、地下採掘から陥没発生までの期間は約 30～40 年、事実上の終息は 70～100 年となる。

4. まとめ

本稿では浅所陥没を例にとり、地下空洞形成後数十年を経過した後に崩壊が発生する可能性のあることを示した。このことは、地下構造物に求められる長期的安定性を考慮する上で、決して無視する値ではない。この問題を解決するためには、地盤工学の立場から新たな対策を講じていく必要がある。また、こういった点も含めた上で、現在および将来を見据えた計画、維持管理、更にはそれと関わりあう社会との連携を含めた新しい技術システムの構築が、大深度地下プロジェクトを成功させるための課題である。

〈参考文献〉

- 1) Dunrud, C.R. and Nevins, B.B.: Miscellaneous investigations series MAP I-1298, the U.S. Geological Survey (1981), 2) Gray, R.E. and Bruhn, R.W.: Man-Induced Land Subsidence, 123-150, GSA, Boulder (1984)

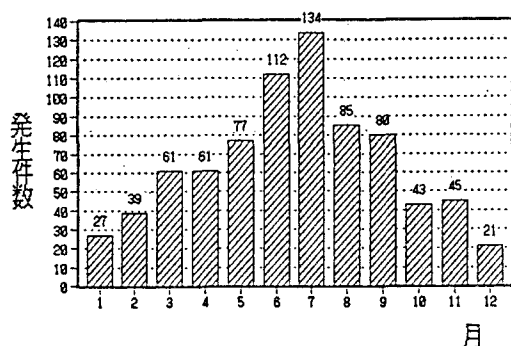


図 2 浅所陥没 月別発生件数
(総数 785 件)

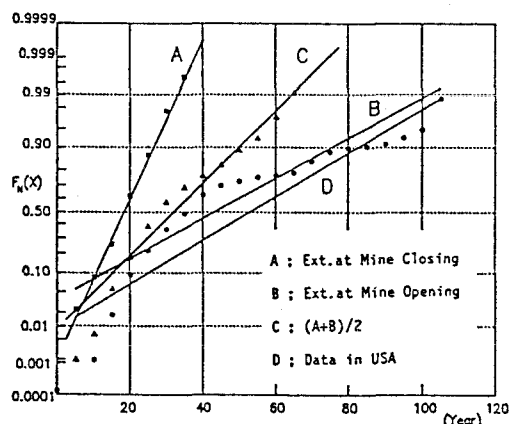


図 3 陥没発生率と経過時間