

円形空洞収縮時における周辺地盤の挙動に関する実験的検討

九州大学大学院 学○杉本 知史 フェロー 落合 英俊

九州大学大学院 正 安福 規之 正 大嶺 聖 正 山田 正太郎

Samsung Corporation 正 今西 肇

1. はじめに

都市部での地下利用開発が進展する中、浅層地盤内にトンネル等の円形空洞を掘削する事例が国内でも多数存在するが、その近接施工による影響は明らかとされていないのが現状である。著者らはその影響要因として、空洞断面が変形した場合の周辺地盤の塑性域形成と、土被り高さに注目している。本報告では、半径方向に縮小可能な空洞模型を用いた模型実験の結果をもとに、地盤内変位と応力変化の両面から単一の空洞周辺の塑性域について、その形成のメカニズムの検討を行う。

2. 実験概要

本研究では、地盤内の空洞収縮に伴う周辺地盤内の塑性域形成について、地盤内応力の変化という観点からの検討を行うため、アルミ棒積層体を用いた2次元模型実験を行った。以下にその概要を記す。

1) 空洞模型と応力測定装置 本研究は、半径方向に一樣な収縮を生ずる円形空洞を対象としている。そこで2次元模型実験向けに図1に示すような空洞模型を作製した。直径115mm、幅50mm、外周セグメントのストロークが最大8.0mmとなっており、装置内部に存在するゴムバックに空気圧を加減することによって、装置外周の膨張あるいは収縮が可能である。これをもって、空洞掘削時の内空変位の発生を再現している。図2はアルミ棒積層体内に作用する応力を測定することが可能な装置で、ここでは応力計と称している。本研究ではこの装置によって、地盤内の任意の方向に作用する応力を比較的簡易に推定しようとするものである。詳しくは川村らの論文¹⁾を参照されたい。本報告では応力計に作用する鉛直もしくは水平方向の応力について、検討を行った。

2) 実験方法 実験土槽を図3に示す。地盤材料には直径1.0、1.6mmのアルミニウム丸棒を重量比3:2で混合したものを用いている。アルミ棒積層体を模型地盤と見なし、積層体作製時に空洞模型および応力測定装置を任意の位置に埋設した。模型地盤高さは、今回空洞天端より2.5Dの高さに設定した。その後、空洞の収縮状態を地盤内で再現し、その前後での応力測定装置に作用する応力変化を測定した。応力測定装置の配置は、塑性域が発生するものと考えられる範囲を中心に均等な間隔としている。

3. 実験結果と考察

1) 空洞収縮に伴う地盤内応力の変化 図4は、空洞模型収縮に伴う空洞周辺の応力変化に関する実験結果を示す。図の中央は空洞と応力測定装置の位置関係を模式的に示しており、各グラフは破線断面に作用する鉛直あるいは垂直応力の分布である。ただし応力測定装置から得られた応力は空洞収縮前後の変化量のみであり、空洞収縮前には土被り高さ相当の応力が作用しているものと仮定して、空洞収縮前に対する収縮後の応力を正規

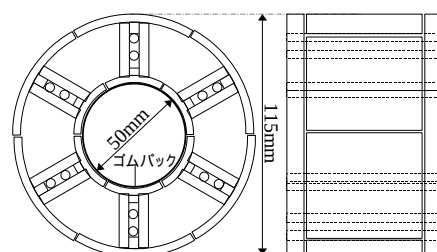


図1 空洞模型模式図

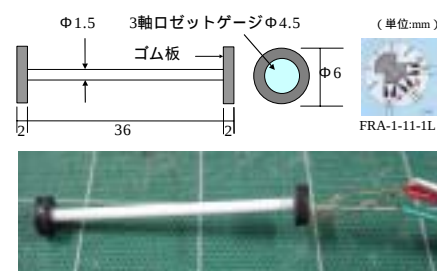


図2 応力計

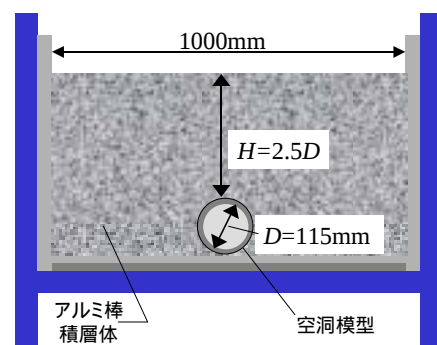


図3 実験土槽模式図

キーワード 模型実験 地下空洞 塑性域 地盤内応力

連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学工学部地球環境工学科（水工） 092-642-3285

化量として算定しているという点に注意されたい。まず、水平断面（断面 a~d）に作用する鉛直応力の分布に注目すると、各断面において正規化水平距離が 1.3 付近で相対的に土圧が増加していることが確認される。また、空洞直上に当たる正規化水平距離 0 付近では若干の減少あるいは増加するという傾向にある。後者の結果については、以前行った降下床実験の結果と異なる結果であり、応力測定装置の信頼性という点で疑問を呈するところである。

一方、鉛直断面（断面 1~4）に作用する水平応力の分布に注目すると、空洞収縮に伴う周辺地盤の主働状態がよく捉えられていることが分かる。特に、空洞直上付近では水平応力が大きく減少していることが確認されると共に、断面 4 においては空洞深さ付近で土圧が増加する挙動も捉えている。この点は、次節において考察を行う。

2) 地盤内変形と応力変化との関係 図 5 は先に行った空洞収縮に伴う地盤断面の変位について行った実験結果²⁾である。空洞収縮に伴い、空洞上部を中心に鉛直下向きの変位が卓越していることが確認される。図中の破線は相対的に変位が卓越した範囲の境界を示す。併記した図 4 の結果を参照すると、この境界線の外側において相対的に大きな応力増加が確認される。このことは、この「境界線」付近にせん断層が存在し、空洞と相対する領域において応力増分を負担していることが推察される。また空洞上部では側方土圧が鉛直土圧に対して、相対的に減少する挙動が生じていることから、変位ベクトルの結果と共に地盤の膨張に伴う塑性域形成という挙動を捉えているものと考えられる。これら以上の結果を概念図の形でまとめたものとして図 6 に示す。

4. まとめ

今回、2次元模型実験による空洞収縮時の周辺地盤の挙動を再現し、空洞収縮前後に生ずる周辺地盤内の応力変化について検討を行った。これまでの変位に関する実験結果も考慮した場合、応力の変化と変位の関係から 3つのゾーンが形成されるものと推察した。今後、この仮定をもとに空洞収縮に伴う応力変化あるいは変位と土被り高さの関係について、定量的に把握する方法を検討することを目指す。

【参考文献】1)川村ら, "アルミ棒積層体を用いた地盤内応力の測定方法", 土木学会西部支部研究発表会講演集, ppA-410-411, 2003,

2)杉本ら, "円形空洞変形に伴う地盤内塑性域形成に関する実験的研究", 地盤工学研究発表会講演集(投稿中), 2003

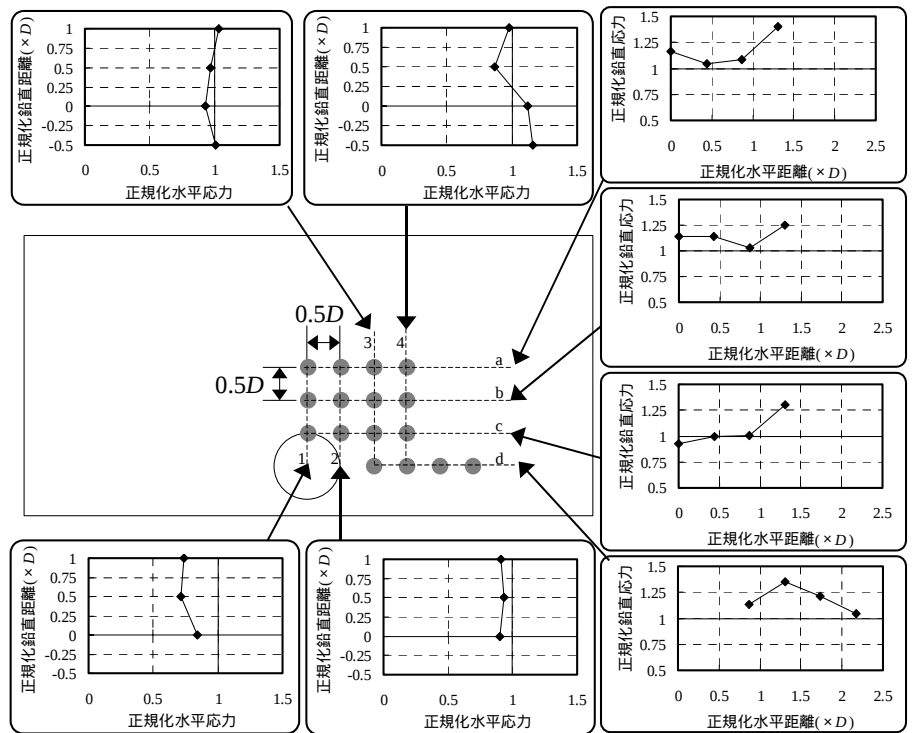


図4 各断面における空洞収縮に伴う応力分布

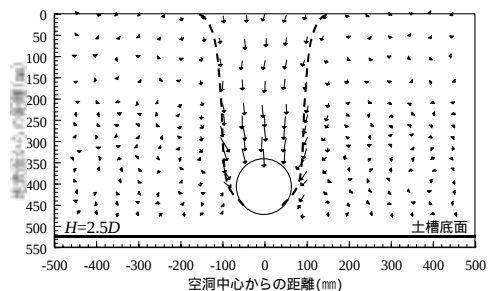


図5 空洞収縮に伴う変位ベクトル図

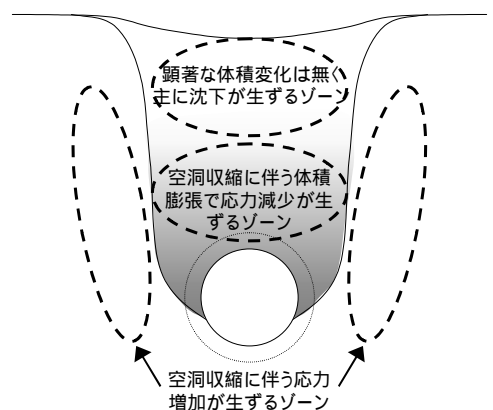


図6 空洞周辺の地盤挙動概念図