

チャンバー内土圧計測から掘削土の塑性流動性を評価する方法の検討

清水建設 正会員 ○中川拓也, 杉山博一
菅沼和好, 鎌倉友之

1. 目的

土圧シールドにおいて、チャンバー内掘削土の塑性流動性を管理、評価することは重要である。しかしながらチャンバー内掘削土の塑性流動性についての有効な確認方法が少なく、スクリーコンベヤーから出た掘削土を触診やスランプ試験により評価、管理されることが多いのが現状である。そこで筆者らは、実工事において土圧計をチャンバー内の各所に設置、計測したデータを用いて、チャンバー内掘削土の塑性流動性を評価する方法を検討した。

2. 計測の概要

図-1に示すように、土圧計は隔壁に同一半径(2,400mm)上に計6か所設置されている。なお、土圧計名称には位置の他に便宜的に天端から時計回りの角度を付与して示した。計測間隔は、波形のような細かい上下動を観察できるように計測装置の限界の2秒毎とした。

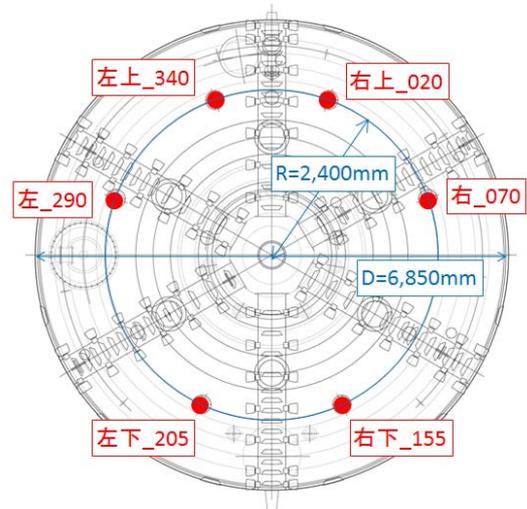


図-1 土圧計の配置

3. 土圧計測の結果

図-2は、ある1リング掘進時の土圧計測値を示す。計測間隔を2秒としているため、圧力変動が細かく観察できていることが分かる。各土圧値の連動性が分かるように、計測値の平均が0となるように圧力(縦軸)をシフトさせたグラフが図-3であり、6個の土圧計がほぼ同時に同じ振幅で変動している様子が分かる。またこのグラフからは、圧力変動幅が±0.02~0.03MPaの範囲内で管理されている様子も分かる。図-3に示すように、チャンバー内土圧が一様に変動していることは、定性的には塑性流動性が偏らずに良い状態であることが言える。逆に、一様な動きでない箇所がある場合、その土圧計近傍で塑性流動性が良くないという判断ができる。このような評価を定量的に行うため、図-4に示すように各土圧計測値から全土圧平均値を基準土圧として差し引いた偏差土圧を計算した。偏差土圧は、基準土圧からの偏差量(変動)を示す値であり、塑性流動性の指標となるものと思われる。図では変動幅が0.005~0.015MPaの範囲内で変動しているが、この値の大小と塑性流動性との関連づけには実験的な確認をする必要がある。

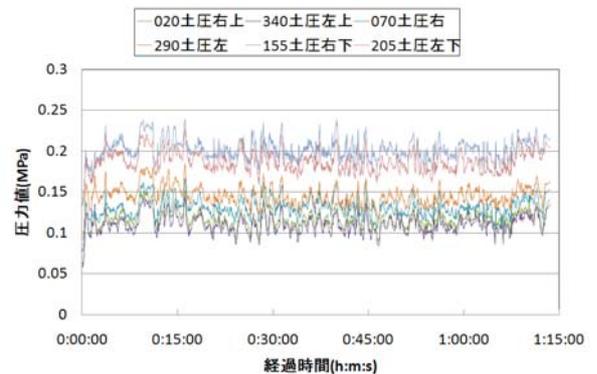


図-2 土圧計測値(生データ)

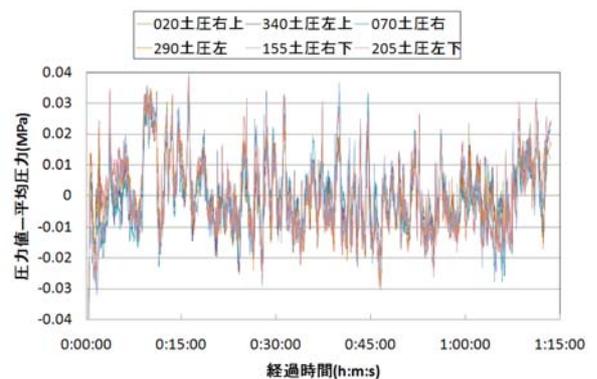


図-3 土圧変動の相似性

キーワード：土圧シールド, 泥土圧, 塑性流動, フーリエ解析

連絡先：東京都江東区越中島 3-4-17, Tel:03-3820-6978, Fax:03-3820-5959

4. 土圧勾配の変化からみた塑性流動性の評価

図-2 に示すような土圧データからチャンバー内掘削土の塑性流動性を評価するため、図-5 に示すような概念で見かけの側方土圧係数 K を算定した。具体的には、土圧計は面板に作用する水平方向の土圧を計測しており、これを土圧計の設置深度と、掘削土の密度に応じた鉛直土圧（計算値）との関係から最小二乗法により傾きを計算したものをみかけの側方土圧係数として算定した。その結果を図-6 に示す。図から分かるように、多少のばらつきはあるが、側方土圧係数は約 1 前後を示しており、比較的流動性の高い掘削土の状態であることが分かる。

5. 土圧データに含まれる振動成分から塑性流動性を評価する方法の検討

土圧測定値は施工時の様々な影響を受けて上下する。土圧変動の要因として考えられるものとして、推進ジャッキの操作、スクリーによる排土操作等が挙げられるが、これらはチャンバー全体で変動するものである。一方、カッタースポークが土圧計に接近する場合にも局所的な土圧変化が考えられる。我々はこれらの圧力変動の相似性が、チャンバー内各位置の掘削土が一樣に塑性流動化していることを示す指標になるのではないかと考えた。

例えば、スポークはカッターヘッドの回転に伴い等時間間隔で土圧計に接近するものであり、これらに影響を受けて変動する土圧変動は一種の波形データとして計測値に含まれている可能性が高い。そこで、土圧計測値を振動データの解析手法であるフーリエ変換を行い、パワースペクトルを書いたものが図-7 である。この図より、すべての土圧計でスポークが近付く周期の波が含まれていることが明らかとなった。この周期の土圧データから変動幅を抽出し、その大小を評価することでチャンバー内各位置での掘削土の塑性流動性を評価する手法も考えられる。

今後は、これらの土圧変動の解析によりチャンバー内全域での掘削土の塑性流動化を評価する手法を検討する予定である。

6. まとめ

チャンバー内各所の土圧計による計測から、それぞれの位置での掘削土の塑性流動性を簡易に評価する方法を検討した。土圧データからはせん断降伏値や粘度等のレオロジー一定数を直接的に評価することはできないが、ある程度の精度で塑性流動性を評価できる可能性が高い方法と考えられる。今後はデータを蓄積して、さらに精度良い評価方法の開発につなげる予定である。

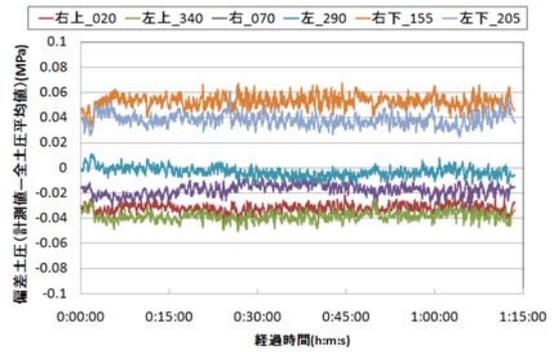


図-4 偏差土圧（データー全平均値）

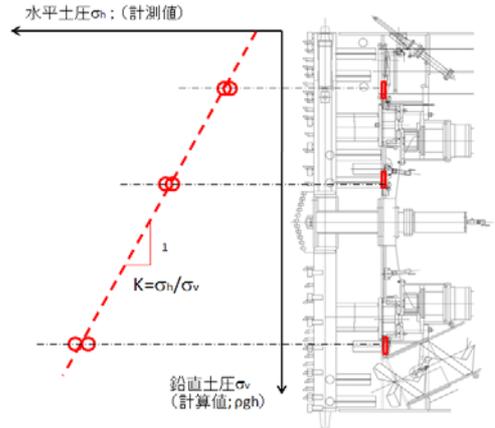


図-5 みかけの側方土圧係数の算定概念図

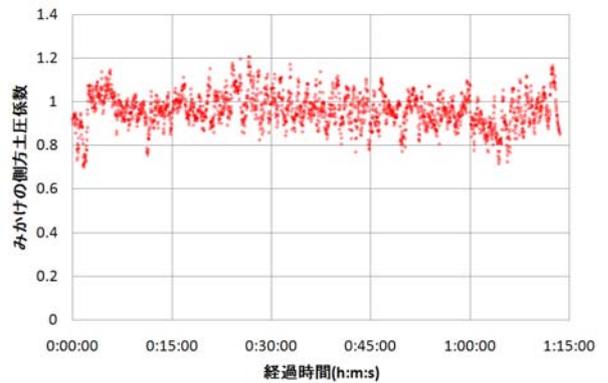


図-6 みかけの側方土圧係数

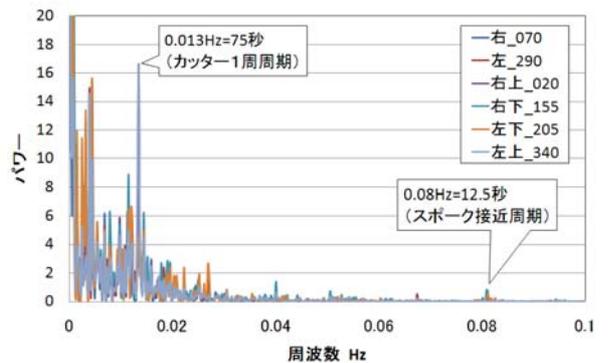


図-7 土圧計測値のパワースペクトル