

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（その2）

清水建設 正会員 ○小瀧伸也, 杉山博一, 安部 透
島 厚夫, 風早謙一

1. 目的

筆者らは、土圧シールドのチャンバー内掘削土の塑性流動性を評価する手法として、土圧計をチャンバー隔壁部の複数個所に設置して得られたデータを用いて、チャンバー内掘削土の塑性流動性を評価、可視化する方法を検討している。現在、前報¹⁾で得られた知見を基にさらに改良し、別の現場において土圧計測と解析、評価を行っている。本報では計測、解析の概要と結果について述べる。

2. 計測の概要

図-1 に現場の平面図、及び縦断面図を示す。土質は、前半は断面のほとんどが洪積の砂質土を掘進し、後半に強風化岩～軟岩の掘進を予定している。シールド外径は4.4mであり、土圧計は図-2 に示すように、攪拌翼の1つが直近を通過するよう、ほぼ同心円上の6か所に配置されている。

土圧の計測時間間隔は前報¹⁾では2秒ごとであったが、今回は攪拌翼の接近、離反による土圧変動の波形をより精緻に解析するため、土圧計近傍を攪拌翼が通過する際に4点程度計測されるように0.25秒ごととした。

3. 塑性流動性の評価方法の概要

土圧データから塑性流動性を評価する方法は前報と同様、3種類の方法を検討した。以下に詳細な方法を述べる。

(1) 水平土圧の勾配変化

従来の土圧管理手法を改良し、計画値に対するずれを色で視覚的に識別できる画面を用意し、運用している。

(2) 偏差土圧の変動幅（標準偏差）

図-4 左に示すように、土圧の計測値にはジャッキ推力や排土により全体的に変動する要素が含まれている。そのようなデータから攪拌翼通過等による個々の土圧計の変動を抽出するため、図-4 右に示すように全土圧の平均値からのずれを示す偏差土圧を時々刻々算出し、その変動幅（標準偏差）を算出した。

(3) フーリエ解析による個々の土圧計の変動

スポーク、攪拌翼が土圧計近傍を通過する際の土圧変動は、カッターヘッドの回転と同じ周期で起こるため、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。そこ

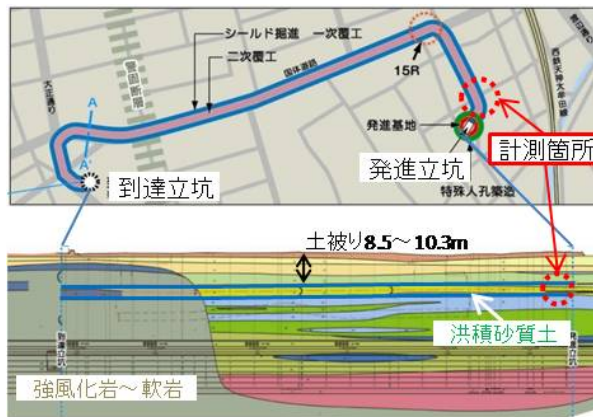


図-1 平面図及び縦断面図

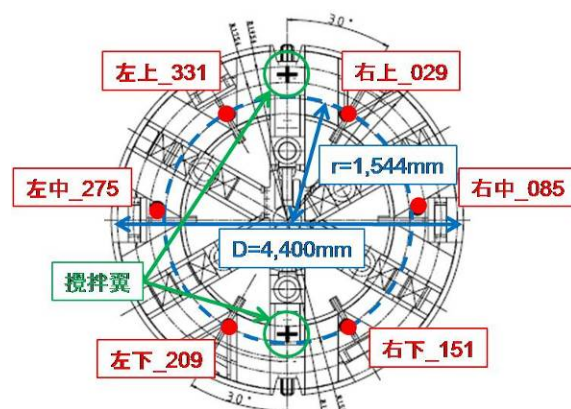


図-2 土圧計の配置（天端からの角度）



図-3 水平土圧の管理画面例（左右；土圧の勾配グラフ，中央；計画土圧からのずれ量）

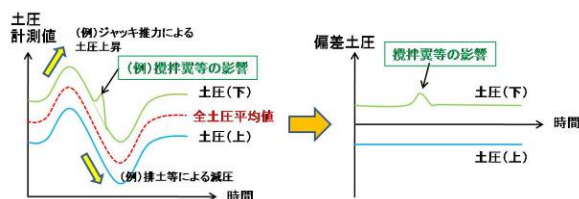


図-4 偏差土圧の概念図

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 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館 清水建設（株） TEL:03-5441-0555

で、土圧を振動データの解析手法であるフーリエ解析を行い、パワースペクトルを表示して評価した。

4. 計測、解析結果とその評価

図-5 は某日午前中に計測された土圧の経時変化である。掘進停止中のシールドジャッキの操作による変動や、掘進中には土圧がある幅をもって変動していることが分かる。

図-6 は図-5 中に点線で囲った約1リング分の偏差土圧である。掘進中に示す偏差土圧の変動幅（標準偏差）や、周期的な変動が攪拌翼等による影響、すなわち掘削土の塑性流動性を示す指標と考えた。

図-7 に右上土圧計から得られた偏差土圧だけを対象に1分間（カット約1.3回転）、5分間（約6.5回転）のデータを用いて標準偏差を表示した場合の結果を示す。両者の値はほとんど変わらないが、解析処理時間が長いほうが標準偏差の変化が平滑化されてしまうのに対し、解析処理時間の短いほうが状況の変化が分かりやすい。

図-8 は、仮に時間5700秒の時点で、1、5、10分間遡ったデータを用いてフーリエ解析を行った結果（パワースペクトル）である。1分間（カット約1.3回転）ではデータが少ないため明確なピークは見えないが、5分、10分と解析対象時間を長くするほど2つの攪拌翼が近付く周期(23秒)や、土圧計近傍を通過する攪拌翼の周期(46秒)に明確なピークが現れることが分かる。

以上の考察から、現場の可視化プログラムでは、偏差土圧の標準偏差は1分間のデータから計算して、掘進時直近の変化を判断する指標とした。一方、フーリエ解析（パワースペクトル）は10分間のデータから計算して掘進リング全体の傾向をみる指標と位置付けて表示している。

5. まとめ

土圧シールドのチャンバー内掘削土の塑性流動性を評価、可視化することを目的とし、土圧の計測頻度を高めた計測を行い、データの評価方法を検討した。その結果、土圧データから偏差土圧やその標準偏差、フーリエ解析を行うことによりカット（攪拌翼）の接近に伴う圧力変動を抽出できることが分かった。今後は、それぞれ評価した指標（グラフ縦軸の値）の大小によって塑性流動性を判定したいと考えており、要素実験や掘進データの蓄積等によって判定方法を確立する予定である。

参考文献：1) 中川拓也ほか：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，第65回年次学術講演会講演概要集，6-252，土木学会，2010。

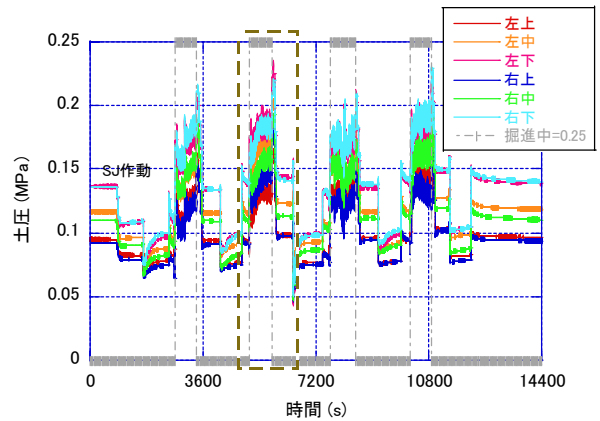


図-5 土圧の経時変化

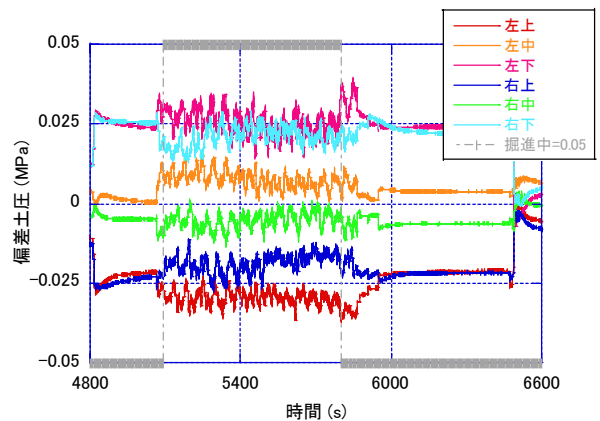


図-6 偏差土圧の経時変化

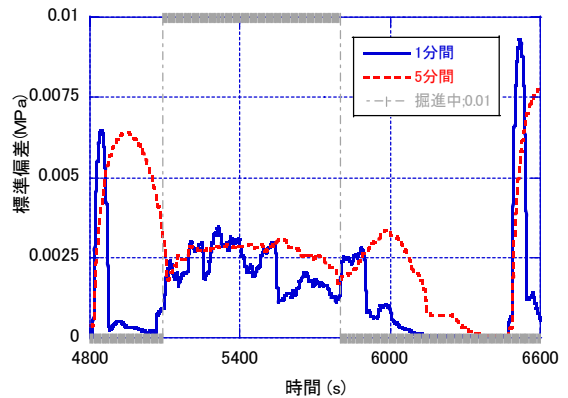


図-7 偏差土圧（右上）の標準偏差の比較

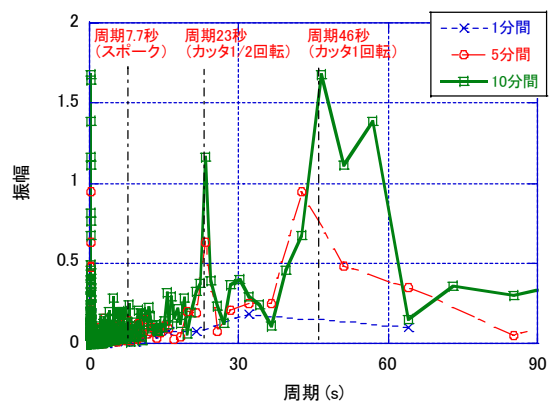


図-8 偏差土圧（右中），時間5700秒時点でのパワースペクトルの比較