

シールド掘削における制振装置の適用について

(株)大林組 正会員 ○江原 雅洋 正会員 林 成卓
正会員 岩田 朋也
地中空間開発(株) 横山 満久 花岡 泰治

1. はじめに

シールド工事において、掘進に伴う振動が周辺環境へ影響を及ぼすことがある。特に、近年シールド断面の大型化に伴い、振動による問題が多くなっている。シールドによる振動は、カッターによる切削に起因する振動やスキンプレートと地盤との接触に起因する振動などがあり、大きく次の4つに分けられる。①礫地盤掘削時の振動、②立坑仮壁直接切削時の振動、③急曲線掘削時の振動、④砂地盤掘削時の振動である(図-1)。これらの振動が発生した場合、振動を抑制するために、『掘削速度を低下させる』『マシンスキンプレートの周辺に滑剤を注入する』『余掘りを大きくする』などの対策を行い、振動低減を試みるが、その効果が小さいのが現状である。その結果、掘削時間を昼などに限定し、夜間施工を中止することが強いられることがある。これらの背景のもと、今回シールド掘進時の振動を抑制するための制振装置を開発し要素実験を行った。本稿においては、制振装置の概要と要素実験の結果について報告する。

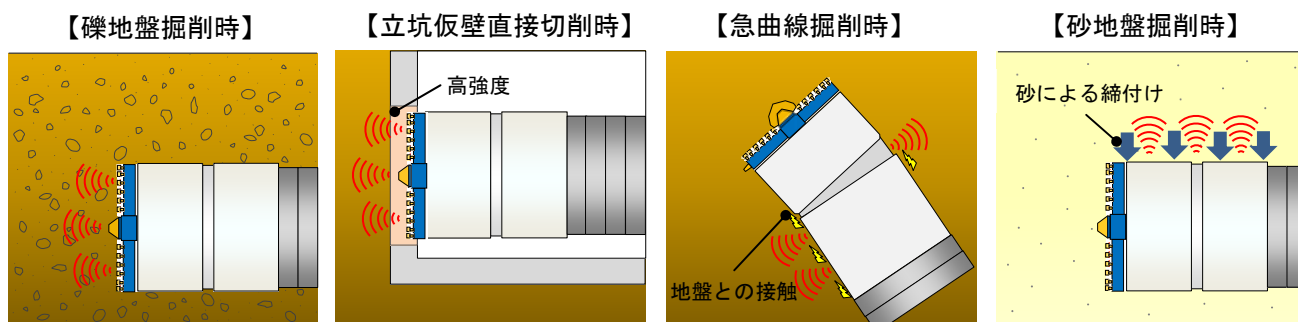


図-1 シールド機の振動の発生要因

2. シールド制振装置について

(1) 制振装置のメカニズムについて

本制振装置による振動低減の考え方を説明する。シールドジャッキ伸動作の際、ロッド側(戻り側)に圧力を付加することにより、推進時外部負荷が減少した際に発生する急速な速度変化を緩和する。

これはロッド側を加圧することによりダンパーとして機能させ、振動低減を図るものである。さらにロッド側加圧の効果として、油圧の圧縮性が影響する振動の低減と、ジャッキの同調精度の向上も期待できる。

(2) 制振装置の適用方法

制振装置には4パターンの制御方法があり、地山条件などの振動発生条件で最適な制御モードを選択可能となっている(図-2)。

①Aモード・・・シールドジャッキのロッド側回路にリリーフ弁を設置し、背圧を一定に保持することでダンパー効果を得る。②Bモード・・・シールドジャッキのロッド側回路にサーボ弁を設置し、サーボ弁の開度を制御しロッド側の背圧を保持すると共に、伸び側の加速度が生じると開度を更にアクティブに絞る制御を行うことでダンパー効果を得る。③C1

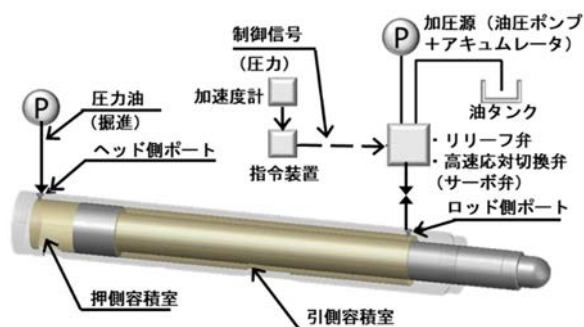


図-2 制振装置制御イメージ

キーワード シールド, 振動対策, 制振装置,

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 TEL: 03-5769-1069

モード・・・シールドジャッキのロッド側回路にサーボ弁と加圧用の油圧ポンプを設置、外部負荷変動に伴う圧力変動に対してアクティブにサーボ弁を制御し、背圧を一定に保持することでダンパー効果を得る。④C2モード・・・シールドジャッキのロッド側回路にサーボ弁と加圧用の油圧ポンプを設置、C1モード同様に背圧を一定に保持すると共に、伸び側の加速度が生じると加速度の大きさに比例し、アクティブに加圧する制御を行うことでダンパー効果を得る。

3. 要素実験について

(1) 実験概要

今回、制振装置を現場に適用するにあたり、工場での要素実験を実施した。起振させるための振動負荷用ジャッキとシールドジャッキを模したジャッキの2本をアクチュエーターとして、その接合部にウェイトを載荷した実験装置(図-3)で実験を行った。シールドジャッキ模擬ジャッキのヘッド側に伸長速度 30mm/min となるように一定流量を供給し、振動負荷用ジャッキのヘッド側に供給する流量を変動させ、周期的な振動を発生させ、シールドジャッキ模擬ジャッキのロッド側の背圧を A, B, C1, C2 の各モードで制御して振動低減効果を検証した。

(2) 計測結果

計測は、図-3の加速度計（可動側）を用いて、A, B, C1, C2 の各モードで起振用ジャッキの起振力や周波数等を変更しながら、制振作動時と無作動時の加速度を計測し、それぞれのピーク値を比較して低減率を算出した(図-4～図-7)。要素実験においては、A, B, C1, C2 の各モードで最大低減率は 40%を超える結果であった。

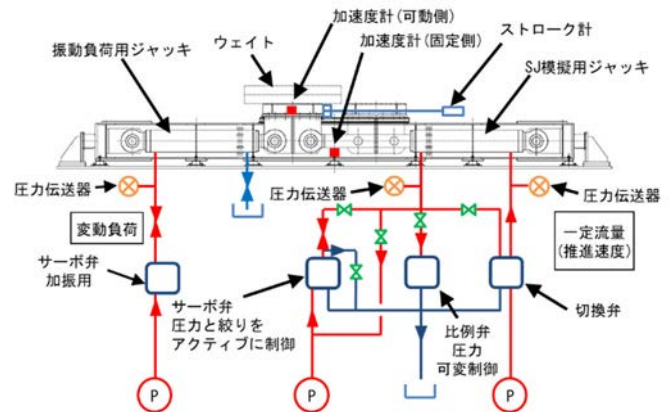


図-3 制振装置制御イメージ

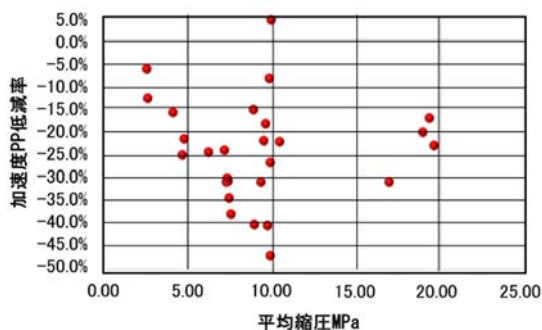


図-4 Aモード振動低減率

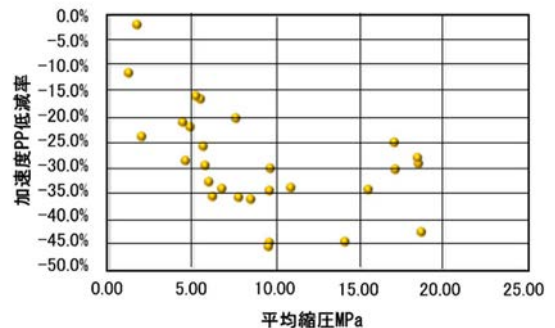


図-5 Bモード振動低減率

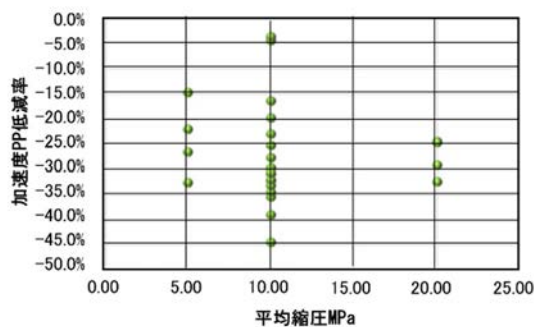


図-6 C1モード振動低減率

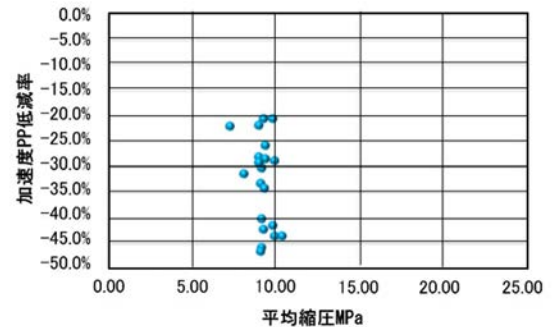


図-7 C2モード振動低減率

4. まとめ

要素実験では各モードにおいて概ね高い制振効果が得られたことから、現在、稼働中の現場において実機で制振効果を検証している。実機での検証結果については、別途、報告する。