

アクティブ制振装置のシールドへの適用について (その2)

(株)大林組 正会員 ○菅野 静 正会員 服部 鋭啓 中本 淳  
 正会員 松原 健太 正会員 星野 智紀  
 JIM テクノロジー(株) 杉山 雅彦 村上 賢

1. はじめに

シールド工事における振動抑制の効果的な対策がない中、その1では制振装置のメカニズム、シールドへの適用方法および適用現場について説明した。本稿では、制振装置を実際にシールドトンネル現場に適用した実証試験の結果について報告する。

2. シールドの振動について

振動を制御していない時のシールドに発生する振動を表-1 にまとめた。計測を行った区間は、発進地盤改良区間、急曲線区間 (R=20m)、急曲線直後の直線区間および到達地盤改良区間である。計測はシールドの前胴、後胴、ロータリージョイントでそれぞれ実施した。表-1 より、以下の4つのことが明らかになった。1)シールドは、カッター (ロータリージョイント) およびスキンプレート (前胴・後胴) とともに掘進時に振動している。2)本試験の場合、いずれもカッターの振動がスキンプレートの振動より大きくなった。3)急曲線部では、直線部と比べスキンプレートの振動が大きくなった。これは、急曲線施工時にスキンプレートが地盤に押し付けられながら掘削しているためと考えられる。4)発進地盤改良体と到達地盤改良体の掘進において、地盤改良強度は2N/mm<sup>2</sup> とほぼ同程度にもかかわらず、発進地盤改良体を掘削しているときの振動が、到達部地盤改良体の振動に比べ、ロータリージョイント部で13倍、前胴部で13倍、後胴部で19倍と大きくなった。発進時はカッターが地山に貫入しているものの、前胴および後胴は立坑内の発進架台上にあり、地盤に拘束はされていない。一方、到達時は、カッターおよび前胴・後胴とも土中にあり、シールド全体が周辺の地盤からある程度拘束されているため、振動が抑制されると考えられる。

表-1 シールド機の振動計測結果

(×10<sup>-3</sup>m/s<sup>2</sup>)

計測区間		掘削地盤	ロータリージョイント	前胴	後胴
①	発進地盤改良部	高压噴射	15.83	6.42	6.68
②-1	急曲線部	洪積粘性土 洪積砂質土	18.37	8.62	10.33
②-2	急曲線直後直線部		18.93	5.88	4.88
④	到達地盤改良部	高压噴射 薬液注入	1.18	0.49	0.35

3. アクティブ制振装置の効果

制振装置により振動を制御した時の計測結果を表-2 に示す。これによると、いずれの区間もシールド機内の振動は制振装置によって最大34%の低減効果が得られた。その結果として、地上レベルの振動も15~30%の低減効果が得られた。また、加速度の低減効果を、一般に用いられる振動の大きさの尺度である[dB]に、(式1)を用いて換算すると、人が室内で感じることのできる震度1レベル(55dB)の振動を、人が感じない震度0レベル(50dB程度)まで低減できる。

振動の大きさ[dB]=20×log<sub>10</sub>(加速度/10<sup>-5</sup>)…(式1)

図-1 に直線部におけるロータリージョイント

表-2 制振装置作動区間振動計測結果

(×10<sup>-3</sup>m/s<sup>2</sup>)

計測区間		状態	ロータリージョイント	前胴・後胴	地上
③	直線部	掘進停止中	0.36	0.46	0.28
		制振装置 OFF	1.20	1.06	0.33
		制振装置 ON	1.01	0.81	0.23
		低減効果(%)	16	24	30
④-1	到達地盤改良部 (薬液注入)	掘進停止中	0.30	0.30	0.51
		制振装置 OFF	0.82	0.74	0.55
		制振装置 ON	0.60	0.49	0.47
		低減効果(%)	27	34	15
④-2	到達地盤改良部 (高压噴射 攪拌)	掘進停止中	0.15	0.11	0.19
		制振装置 OFF	1.18	0.42	0.24
		制振装置 ON	0.92	0.34	0.19
		低減効果(%)	22	19	21

キーワード シールド, 振動対策, アクティブ制振装置

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 : 03-5769-1318

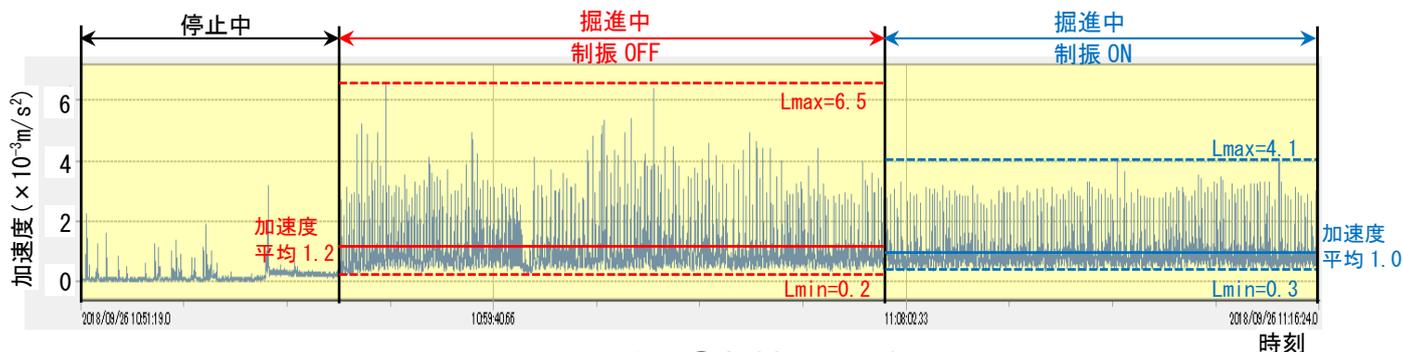


図-1 レベル波形(③直線部:ロータリージョイント)

の加速度のレベル波形を示す。これは、1リング掘進中において、始めは制振装置をOFFにして掘進し、途中で制振装置をONにした時のレベル波形である。これによると、制振装置の作動により振動レベルが平均で約  $0.2 \times 10^{-3} \text{m/s}^2$  低下していることが判る。図-1の制振ON, OFFの各波形を、人が感じ易い周波数帯である100Hz以下に着目して実施した周波数分析の結果を図-2に示す。また、直線部の地上、到達地盤改良部(薬液注入, 高圧噴射攪拌)のロータリージョイントについての周波数分析の結果を図-3~図-5に示す。図-2に示す直線部のロータリージョイントでは、0~50Hzの周波数帯で効果が現れている。図-3に示す直線部の地上も同様に、0~50Hzの周波数帯でシールドの振動を低減させることによる効果を確認できた。図-4, 図-5に示す到達地盤改良部では、薬液注入部, 高圧噴射攪拌部ともに0~50Hzにくわえ、50~100Hzでも低減効果が現れており、より広い周波数範囲で効果を確認できた。

4. まとめ

今回実証試験において、制振装置が、カッターやスキンプレートを発生源とする振動の低減に効果があることを確認し、最大で34%の低減効果が得られた。これにより、震度1レベルの55dBの振動が発生した場合、50dB程度まで低減できる効果があることが判った。また、人が感じ易い100Hz以下の周波数帯で低減効果を確認できた。この制振装置をこれまで行ってきた掘削速度の低減、滑剤の注入、余掘りの確保等の諸対策と合わせることによって、更なる振動の低減効果を期待できる。今後は、振動が懸念されるシールド工事において積極的に採用し、よりデータを蓄積していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 服部他：アクティブ制振装置のシールドへの適用について(その1), 土木学会, 第74回年次学術講演会, 2019
- 2) 日本建築学会編：環境振動・固体音の測定技術マニュアル, 1999

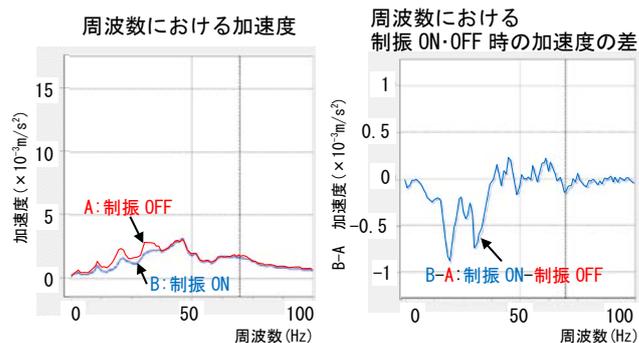


図-2 周波数分析(③直線部:ロータリージョイント)

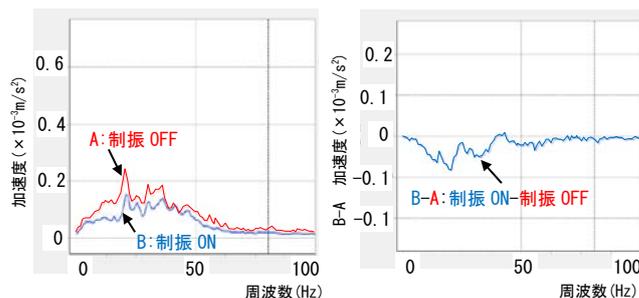


図-3 周波数分析(③直線部:地上)

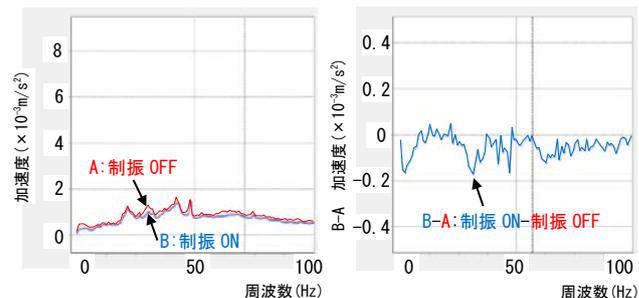


図-4 周波数分析(④-1 到達薬液注入部:ロータリージョイント)

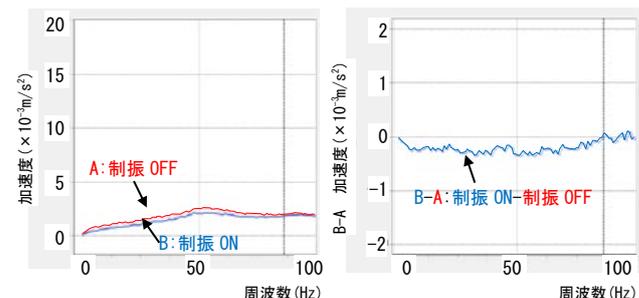


図-5 周波数分析(④-2 到達高圧噴射攪拌部:ロータリージョイント)