

線路内のメカジェット工法におけるサイクルタイムの検討

東鉄工業(株) 正会員 淡路 晃
 東鉄工業(株) 中澤 正樹
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 前田 剛志

1. はじめに

鉄道の盛土耐震補強対策における橋台背面の沈下対策として柱列改良体を噴射付機械攪拌工法（以下、メカジェット工法）により計画した。柱列改良体は長さ7.50m、径 ϕ 800mmを0.15m以上ラップし、橋梁より起点側を3列、終点側を2列の柱列状に行うものである。施工は建築限界内で行うため、夜間線路閉鎖間合い約3時間の限られた時間内で行う必要がある。

メカジェット工法は地盤条件に囚われることなく、攪拌翼の物理的削孔と高圧噴射を併用するため地盤の内圧上昇が抑えられることや削孔径の確実な確保という見地から、軌道変状が許されない線路内の施工には適していると言える。その一方で、施工日毎に自走式削孔機および攪拌翼、その他機材を線路内に運び入れる事により限られた施工時間をひっ迫させるリスクも併せ持つ。

本稿では所要の品質を確保しつつ、輸送影響リスクを低減させるためのサイクルタイムを検討したものである。

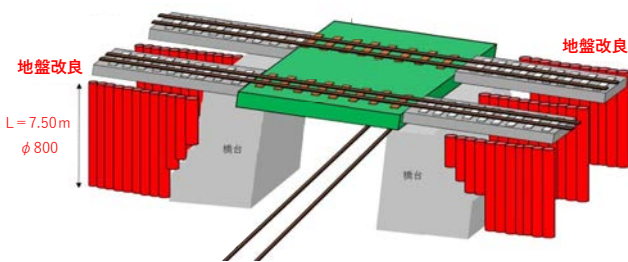


図-1 施工箇所イメージ

2. 試験施工により造成時間の把握

サイクルタイムを検討するに当たり、本施工に隣接した建築限界外の盛土のり面で試験施工を実施した。

攪拌翼 ϕ 500mm、攪拌翼 ϕ 250mmの2種類を設計改良径 ϕ 800mm、改良強度 σ 28=1N/mm²以上が実現できる造成時間を確認する。造成時間は1分/m及び2分/mの時間で実施し計4本確認した。

試験施工の結果、本施工時の攪拌翼と造成時間の関係は表-1の通りとなった。

	設計	攪拌翼	
		ϕ 500	ϕ 250
造成時間 (分/m)	1~2分/m	1分	2分
径 (mm)	ϕ 800以上	ϕ 850	ϕ 843
一軸圧縮強度 (N/mm ²)	1.0	1.2	4.6

3. サイクルタイムの検討

本施工箇所の線路閉鎖間合いは185分間である。試験施工の結果より本施工時に、一番時間がかかる攪拌翼 ϕ 250mm、造成時間2分/mをサイクルタイムの基準とした。

計画サイクルタイムが178分となり、余裕時間は7分程度となる。実際の施工では、地中部支障物により削孔が困難になるリスクが考えられるため、30分程度の余裕時間を確保する必要があった。

4. 余裕時間の確保

表-2 計画サイクルタイム

No.	施工順序	作業時間	1				2				3				4			
			0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30		
1	線路閉鎖着手	8分	07:15															
2	準備工（ホース段取）	15分		15:30														
3	事前軌道検測	10分		30:40														
4	削孔機移動	20分		30:50														
5	削孔機セット	10分		50:00														
6	削孔	40分			0:40													
7	改良体造成（2分/m）	25分			40:05													
8	削孔機移動	20分			5:25													
9	片付け	25分			5:30													
10	事後軌道検測	10分			30:40													
11	跡確認	20分			40:00													
12	線路閉鎖解除	5分			40:05													
...	施工時間合計	178分	1:07~4:12(185分)															

余裕時間=7分(ϕ 250)

余裕時間を確保のため、計画サイクルタイムの内、準備工、削孔機移動、片付けの作業に着目した。自走式削孔機の移動をスムーズにするため、軌道敷に木製覆工を施すのも一つの対策であるが、路盤陥没や軌道変状した場合に復旧に時間がかかる。そのため作業構台を設置の工夫で削孔機の移動時間を短縮する方法を検討した。

キーワード： 首都直下地震対策、地盤改良、機械攪拌工法

連絡先 東鉄工業(株)東京土木支店 〒170-0003 東京都豊島区駒込 1-8-11 TEL 03-5978-2816
 東日本旅客鉄道(株)東京支社 〒114-0013 東京都北区東田端 2-20-68 TEL 03-5692-6141

5. 作業構台設置計画

削孔機の移動時間を短縮するために施工位置近傍に、柱列改良延長と同じ延長の作業構台を設置することにした。また、複数台の削孔機で施工を進めるために、作業構台を線路外方の両側に設置する計画とした。しかし、上りのり面側は電気ケーブルがあり建築限界外方に平場が取れなかった。発注者と調整を行い、削孔機の積載有効幅が取れる高さまで嵩上げすることで、上りのり面側の地盤改良を削孔機の移動をすることなく施工出来ると考えた。

しかし、作業構台を増設すると下記のメリットだけでなくデメリットもあった。

メリット

- ① 削孔機を線路直角方向にのみ移動させることが出来るため、線路内の仮覆工措置が簡易に出来る。また、移動中の転倒リスクを低減出来る。
- ② 削孔機械のほか攪拌翼や注入ホースなどを施工箇所での最も近い箇所に置くことで、施工トラブル発生時の対処がスムーズに出来る。
- ③ 削孔機を複数台増やした施工を行う場合でも、削孔機の出し入れに対応できる収容能力が高いため多様な施工パターンが計画できる。

デメリット

- ① 大規模な仮設物を一定期間線路近接部に設置することになり仮設物の点検が長期間発生する。
- ② 嵩上げた作業構台に削孔機を載せる際に削孔機が傾斜・転倒するリスクがある。

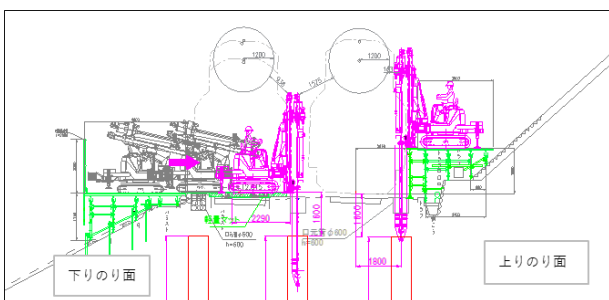


図-2 構台断面図

デメリット①は大きな懸念があるため対策として現地で訓練を行った。現地で実際に行うことで、転倒するリスクがどこにあるのか、どのタイミングで危険なのかを事前に把握できた。そのため本作業時は傾斜を考慮したマットの積み上げを行い、転倒するリスクを低減するとともに従事員の不安を取り払い、リスク管理を行いながら実施できた。

6. 実施工及び結果

作業構台を増設した実施工では、準備工、機械移動、片付けの工種で25分を時間短縮し、当初の余裕時間を含めて32分を確保でき輸送影響リスクの低減を図ることができた。この余裕時間は、実際に発生した配管の詰まりや機械の不調などの局面でも、有効に作用した。

7. まとめ

表-3 修正サイクルタイム

No.	施工順序	作業時間		修正時間					
		計画	修正	0	1	2	3	4	
1	線路閉鎖着手	8分	8分						
2	準備工 (ホース段取)	15分	10分	15	25				
3	事前軌道検測	10分	10分	25	35				
4	削孔機移動	20分	10分	25	35				
5	削孔機セット	10分	10分	35	45				
6	削孔	40分	40分	45	25				
7	改良体造成 (2分/m)	25分	25分			25	50		
8	削孔機移動	20分	10分			25	50		
9	片付け	25分	15分			50	5		
10	事後軌道検測	10分	10分				5	15	
11	跡確認	20分	20分				15	35	
12	線路閉鎖解除	5分	5分					35	40
..	施工時間合計	178分	153分						

線閉時間
1:07~4:12(185分間)

余裕時間=32分確保

線路内の地盤改良では、所要の品質を確保しつつ鉄道の安全・安定輸送を脅かすリスクを最小にしなければならない。施工は必ずしも順調に進むとは限らないため、出来る限りの余裕時間を確保することが望ましい。本稿が線路内のメカジェット工法におけるサイクルタイムの策定の参考になれば幸いである。



写真-1 作業構台全景

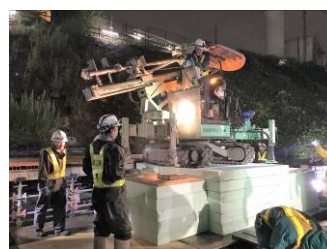


写真-2 削孔機構台積載状況



写真-3 削孔機構台積載状況