

### 鉄道橋台背面の柱状改良補強工事における施工技術

東鉄工業(株) 正会員 ○米澤 歩 ※1  
東日本旅客鉄道(株) 正会員 木下 一孝※2

#### 1. はじめに

本工事は、今後予想される首都直下地震における橋台背面沈下対策として、電車乗越橋りょうの橋台背面部に柱状改良体を用いた補強工を実施する(図-1)。補強工は地盤改良工法であり、柱状改良体は施工基面より1m下から橋台フーチング底面の深さまでφ800の改良体を0.15m以上ラップさせながら造成する。なお、柱状改良体を軌道内は格子状、軌道外は柱列に配置する(図-2)。

本稿は、後述する施工条件を踏まえ、専用機および攪拌翼を改良し、試験施工および本施工について報告する。

#### 2. 施工条件および改良点

図-1に示す対象橋りょうは、橋台前面方向と橋軸方向のなす角度が14度の斜角桁である。線路線形は、橋りょうの起点方でR=420mの右カーブ、終点方でR=450mの左カーブとなっており、橋りょう上に反向曲線が設けられている。盛土アプローチも急勾配(起点方32.7%、終点方34.9%)であり、過去に線路線形を変えており変更前の石積擁壁のものと思われる間知石等支障物への支障が予想された。作業条件は、作業間合い

約3時間(線路閉鎖間合い)に加え、架空線による空頭制限4.1mであり、地盤改良の仕様として斜角45度未満の橋台背面では、格子状配置による改良となるため軌道内施工が必要であった。また、橋台背面部が強化路盤であるため面的な軌道隆起の可能性がある箇所での施工となる。そのため、軌道に影響を与えるリスクの低い機械攪拌工法とし、その中でも改良速度が速いメカジェット工法を選定した。

従来のメカジェットマシンのベースは0.45m<sup>3</sup>級であり、本施工箇所の急勾配盛土上への牽引が困難である。さらに、空頭制限の対応として0.08m<sup>3</sup>級への小型化(写真-1)を行った。

また、格子状に配置された軌道内柱状改良体施工箇所は従来型の標準攪拌翼φ500にて施工する場合、特殊マクラギ(写真-2)を使用することになるが、軌道内改良箇所が多いことから特殊マクラギを使用せず、小型攪拌翼φ250(写真-3)を新規製作することとした。



写真-1  
メカジェット専用機  
(0.08m<sup>3</sup>級)



写真-2  
特殊マクラギ



写真-3  
小型攪拌翼  
(φ250)

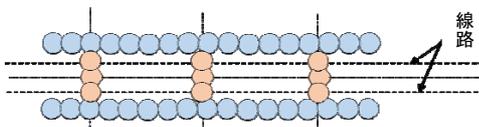


図-2 軌道内改良体標準配置図

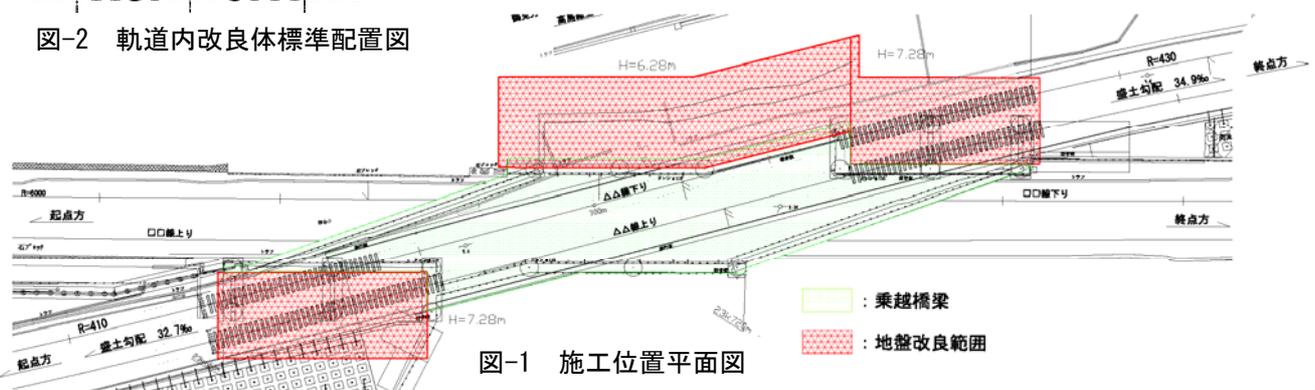


図-1 施工位置平面図

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 ※1 東鉄工業(株)横浜支店 〒220-0023 神奈川県横浜市西区平沼 1-40-26 TEL045-290-8711  
※2 東日本旅客鉄道(株)横浜支社 〒220-0023 神奈川県横浜市西区平沼 1-40-26 TEL045-320-2716

3. 試験施工および仕様選定

小型化したメカジェットマシン（以下、ミニメカジェット）および各攪拌翼での品質確認のため試験施工を実施した。試験の仕様は、攪拌翼φ250 およびφ500を用いて各3本改良体を造成する。改良体は、改良径φ800、削孔長3,300mm（造成長2,500mm）とし、固化材は表-1の配合で単柱改良体を造成した。また、本施工の土質性状に合わせ粘性土地盤を選定した。試験施工の造成仕様、試験結果を表-2に示すが、出来形、強度について所定の改良品質（改良径φ800、改良体強度2N/mm<sup>2</sup>）が満足されることを確認した。その他、地盤隆起の有無、液面低下（ブリーディング）および排泥液の遅延の確認も行っておりいずれも実施に支障がないことが確認された(写真-4.5)。

4. 本施工状況および結果

試験施工の結果を受け、ミニメカジェットおよび小型攪拌翼を本施工に投入した結果について述べる。

地盤改良完了箇所において出来形確認を行った結果、改良径φ800(写真-6)、改良体強度2.0N/mm<sup>2</sup>以上であった。これによりミニメカジェットの現場の実用性を確認できた。

計画サイクルタイムにおいては、仕様(表-2)より小型攪拌翼φ250での貫入及び引抜き速度が攪拌翼φ500の速度の2倍の2min/mであり、攪拌翼φ500施工時造成時間47分に対し、攪拌翼φ250施工時造成時間は62分と15分の差がある(造成長7.28m×2min/m=14.6≒15.0分)。しかし、本工事において支障物が地盤改良箇所に想定していたとおりに介在していた。支障物への対応については、

小型攪拌の場合、支障物に接触する割合が減少する傾向が見られ、実施工サイクルタイムでは攪拌翼φ500で平均造成時間が69分に対し攪拌翼φ250は平均造成時間66分と計画サイクルタイムと同等であり、支障物等が想定される場合において小型攪拌翼が有用であると考えている。また、当該箇所においては、軌道変位が懸念されたが、ミニメカジェット工法攪拌翼φ500、φ250の両攪拌翼においても地盤改良施工前後の軌道検測の結果軌間・高低・通り・水準・平面性のいずれにおいても当日の検査値内（最大変位で2mm）であった。

表-1 固化材の配合

小型攪拌翼φ250

名称	重量(kg)
固化材 Mjet-2号	650.0
水	785.0
増粘剤 MCガム	(2.0)
計	1435 (2.0)

標準攪拌翼φ500

名称	重量(kg)
固化材 Mjet-2号	756.0
水	750.0
増粘剤 MCガム	(2.0)
計	1506 (2.0)

( ):外割

5. おわりに

今回実施したミニメカジェット、小型攪拌翼の本施工投入により、夜間の限られた時間で、改良箇所に支障物のある厳しい現場条件の中で安全な施工サイクルタイムを確保することができた。本報告が鉄道盛土地盤改良において参考になれば幸いである。

表-2 施工仕様・試験施工結果

	仕様	小型攪拌翼φ250			標準攪拌翼φ500			備考
		B-1	B-2	B-3	A-1	A-2	A-3	
貫入時	貫入速度	2.0min/m			1.0min/m			機械攪拌領域
	低圧スラリー吐出量	30L/min			80L/min			
	低圧噴射圧力	5MPa			5MPa			
	高圧スラリー吐出量	60L/min			60L/min			噴射攪拌領域
	高圧噴射圧力	20MPa			20MPa			
	回転数	20~40rpm			20~40rpm			平均:20rpm
引抜き時	引抜き速度	2.0min/m			1.0min/m			噴射攪拌領域
	高圧スラリー吐出量	60L/min			60L/min			
	高圧噴射圧力	20MPa			20MPa			
		回転数	20~40rpm			20~40rpm		
確認項目		B-1	B-2	B-3	A-1	A-2	A-3	
改良体出来形		φ800~φ900			φ900~φ1000			造成後10日養生後BHIにて掘り起し
改良体強度(N/mm <sup>2</sup> ) σ <sub>28</sub>		7.7	6.8	13.9	3.7	4.6	6.1	改良体をコア抜きし計測



写真-4 改良体出来形  
試験施工：小型攪拌翼φ250



写真-5 改良体出来形  
試験施工：標準攪拌翼φ500



写真-6 改良体出来形  
本施工：標準攪拌翼φ500