

大深度かつ大断面のシールド工事に用立坑をニューマチックケーソン工法で2基同時施工

西松建設株式会社 関東土木支社 正会員○池ノ内烈
 西松建設株式会社 土木設計部 中桐秀雄
 東海旅客鉄道株式会社 中央新幹線建設部 久保宏太

1. はじめに

本工事は、川崎市梶ヶ谷に、シールド工事に用立坑であり、中央新幹線開業後は避難口となる「梶ヶ谷非常口」と、開業後に線路保守等のために資機材を搬入する「資材搬入口」を建設するものである（図-1）。

梶ヶ谷非常口は小判形で外径 52m-49m、掘削面積約 2,000m²、掘削深度約 79m、資材搬入口は円形で外径φ32m、掘削面積 800m²、掘削深度約 77mと非常に大規模であり、この立坑2基についてニューマチックケーソン工法を用いて同時に施工した。沈下掘削中に梶ヶ谷非常口が反時計周りにローリングする事象が発生したが、適切に対策を実施したことで、問題なく施工できた。本稿では、その施工実績について報告する（写真-1）。

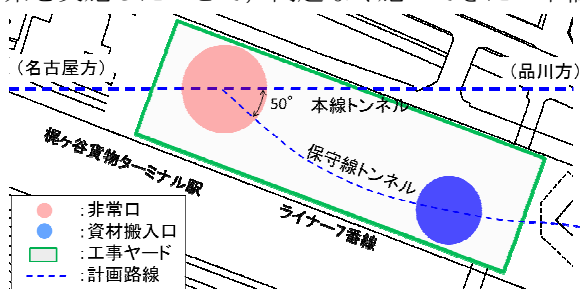


図-1 梶ヶ谷非常口および資材搬入口配置図



写真-1 非常口（左）と資材搬入口（右）

2. 軟弱地盤対策

梶ヶ谷非常口は、断面積が約 2,000m²、底盤厚さが 8m（コンクリート体積約 16,000m³）であり、初期沈設荷重が約 410,000kN と類がないものであった。

地表付近にはN値4程度の軟弱な粘性土層が存在し、初期沈下時のケーソン作業室の理論開口率が30%と小さくなる。このため開口率の確保やケーソン自沈による過沈下防止、急傾斜の発生防止が必要であった。

その対策として、静的締固め砂杭工法のSAVEコンポーザーによる地盤改良（改良率30%、杭径φ700mm、杭ピッチ1.2m）を採用した（写真-2）。これにより、非常口および資材搬入口の作業室内でケーソンショベルが安全に配置、作業ができる開口率55%以上を確保することができた。また、資材搬入口の施工に際しては、近接するJR貨物ライナー7番線、梶ヶ谷架道橋、矢上川橋梁などの周辺構造物への影響を排除するため、地中変位計で監視するとともに、外側に素掘り孔を設け、改良時の変位を吸収する変位緩衝孔を補助工法として採用することとした。またJR貨物ライナー7番線においては、常時の軌道計測と異常時の軌道整備体制を事前に構築したうえで、施工を行った。



写真-2 SAVEコンポーザー

キーワード ニューマチックケーソン、大深度、大断面、ローリング

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-1-18 ヒューリック虎ノ門ビル3F TEL. 03-3502-7556

3. 高気圧対策

本工事の最終予定気圧は0.68MPaである。しかし、作業気圧を低減させる補助工法は採用せず、0.1MPa以上では無人化施工、酸素減圧、さらに0.4MPa以上ではヘリウム混合ガスシステムによって対応することとした。

ヘリウム混合ガスシステムについては、トライミックス（酸素・窒素・ヘリウムの3種混合）を使用することが多いが、本工事では、深海潜水で実績の多いヘリオックス（酸素・ヘリウムの2種混合）を採用した（写真-3）。これは、呼吸ガスから窒素を排除することにより、窒素分圧の増加を抑制し、窒素酔いによるヒューマンエラーを防止することができる。さらに呼吸ガス密度の増加を抑制して呼吸抵抗を低減、すなわち呼吸を楽にすることも可能となるからである（写真-3）。



写真-3 ヘリウム混合ガス作業

4. ローリングの発生およびその対策

梶ヶ谷非常口沈設時に GL - 10m～25m付近にて、沈下 1mあたり 6.5mm反時計方向に回転するローリング現象が発生した。ローリング量は GL - 25m付近において許容値である 150mm に近づいた。

同一ヤード内で沈設を行った資材搬入口においてはローリング現象が発生していないことから、原因は地盤状況には起因せず、非常口の構造や形状によるものと推定した。非常口にはシールド発進のための開口部が3か所あり、その部分は壁厚を薄くしていることから、重心のずれにより、沈下時は常に一定の方向に傾斜することが考えられた（図-2）。これにより、ケーソンは沈下時に地山と接触し、一定方向への反力を受けることになる。また、非常口は3mの小判形直線部の影響で刃口抵抗が中心に対してアーム長を有することで、地盤反力に偏心が生まれローリング力が発生していることによるものと推測した。なお資材搬入口は円形であり、重心も中心になり、また仮に沈下時に傾斜したとしても、ケーソンが沈下時に地山から受ける反力はケーソンの中心方向となることから、ローリング力は発生しないと考えられた。

この対策としては、逆回転するように函内の刃口下を掘り残すこと、PCケーブルの緊張力による逆回転力を導入すること（図-3）、そしてフリクションカット部に滑剤注入を併用する3つを実施した。

その結果、ローリング量は品川方開口部約40mm、名古屋方開口部約90mm、保守線方開口部約110mmとなり、許容値（150mm）を満足して沈設を完了することができた。

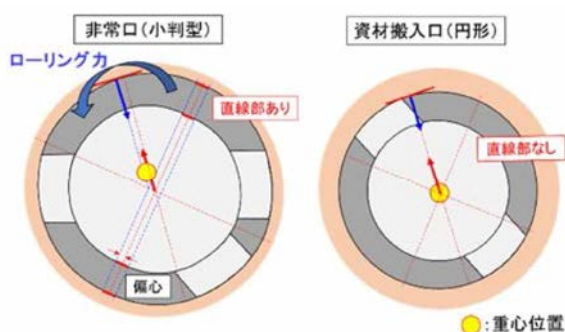


図-2 ローリングの原因

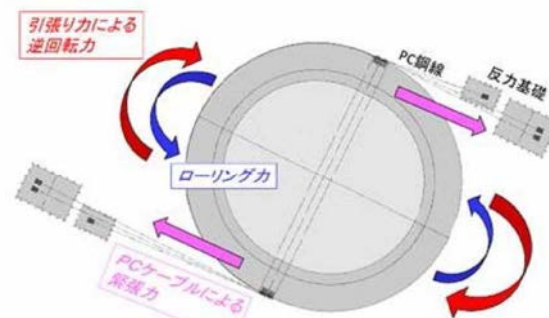


図-3 ローリングの対策

5. おわりに

日本でも数例の大深度・大断面ニューマチックケーソンの資材搬入口が令和3年2月28日に、梶ヶ谷非常口が令和3年10月31日に無事竣工を迎えた。本稿が、今後の工事の参考になれば幸いである。

最後に、施工に際してご指導・ご鞭撻を賜った亀田総合病院鈴木医師、そしてその他の工事関係者の各位に対しまして厚く御礼申し上げます。

参考文献 高橋和也・久保宏太・池ノ内烈・中桐秀雄：大深度・大断面の立坑をニューマチックケーソン工法で2基同時施工，トンネルと地下，Vol.53，No.3，pp.7-14，2022.3.