

III - B 243

大規模掘削工事におけるリバウンドによる既設洞道の挙動について

鹿島 土木設計本部 正会員○横尾 敦 (株) みなと都市整備公社 新村 和彦
鹿島 土木設計本部 正会員 吉川 正 鹿島 東京支店 足立 征一郎

1. はじめに

本工事は、都心部の幹線道路下に開削工法により地下駐車場を建設するもので、土留め幅約37m、長さ約130m、掘削深さ約28mの大規模掘削工事である。本地点は、都心部であるため、道路下には埋設物が多数存在している。本工事においては、開削部の縦断方向に埋設されている大型洞道を仮受け防護することから、事前に掘削に伴う洞道への影響検討を行い、洞道の安全性を確認した。施工は、計測管理を実施しながら、慎重に洞道を防護し、掘削を進めた。本文では、掘削に伴うリバウンドによる既設洞道への影響検討結果と計測管理結果について報告する。

表-1 設計用土質物性値

土層名	平均 N値	γ tf/m ³	C tf/m ²	ϕ (°)	変形係数 E tf/m ²	ポアソン比 ν
Ts	15	1.8	0	30	12600	0.35
Ap	0	1.4	1.0	0	630	0.45
Lc	5	1.5	4.0	0	2520	0.45
Tos	19	1.8	0	32	15960	0.35
Tog	28	1.8	0	35	23520	0.35
S	30	1.9	0	36	25200	0.35
Kas	100	2.0	0	45	84000	0.35
Kam	60	1.9	100	0	63000	0.45

変形係数はFEM解析用

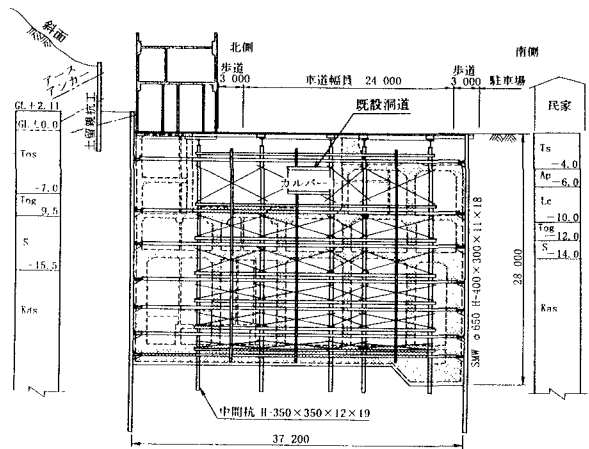


図-1 開削工断面図

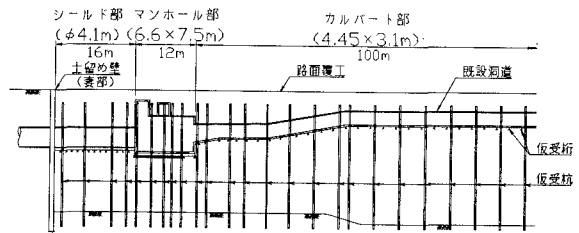


図-2 既設洞道縦断図

2. 地質概要

本地点は台地の急斜面の法尻に沿った位置にあり、土層も傾斜している。土層断面および設計用土質物性値は図-1および表-1に示すとおりである。また、地下水位はGL-2.5mである。

3. 事前解析

掘削に伴う洞道の挙動を予測するために、弾性床土上の梁モデルによる簡易計算と2次元弾性FEM解析を実施した。簡易計算では、洞道下端掘削時における、洞道上部の土被り荷重を外力として、地盤バネに支持された弾性床土上の梁(洞道)に作用させた。

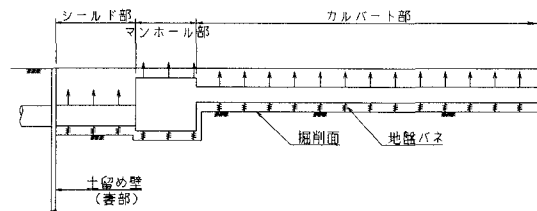


図-3 弾性床土上の梁モデルによる計算

なお、地盤反力係数は地盤の変形係数を $E_0=28N$ or $210C$ の関係から求め、道路橋示方書に準じて算出した。

FEM解析については、洞道の縦断方向をモデル化(土留め壁・仮受け杭はビーム要素)し、解析ステップは①洞道下端(GL-10~13m)まで掘削した場合、②洞道仮受け後床付け(GL-24m)完了時、の2ステップとし、掘削に伴う除荷重を解放力として考慮した。また、FEM解析に用いた地盤の変形係数は、掘削面の3次元拘束効果を考慮して E_0 の3倍の値とした。

キーワード：開削工，FEM解析

連絡先：鹿島建設（株）土木設計本部 03-5561-2183(Tel)

4. 計測管理結果との比較

施工時は洞道内部に設置した沈下計により、洞道本体の鉛直変位量を計測した。その結果、洞道カルバート部を掘削した段階で約8mmの隆起量を示した。その後カルバート部を仮受け後、マンホール及びシールド部を掘削した時には、仮受け部が約2mm沈下し、掘削部は約5mm隆起した。最終掘削時には、カルバート部は最大15mmまで隆起したが、マンホールおよびシールド部については逆に沈下傾向が見られた。

これらの沈下は、いずれも洞道仮受け後に発生しており、仮受け前は地盤に面分布で支持されていた洞道自重が、仮受け後には仮受け杭を介して集中荷重として地盤に伝達される。また、掘削に伴い杭の周面摩擦力が低減されることにより、杭先端および周辺の地盤が沈下し、その量がリバウンド量を上回ったものと考えられる。

事前解析により得られた予測変位量と実測値を比較すると、ステップ①（洞道掘削時）では、FEM解析結果が実測値を下回っていた。この段階では、掘削幅に比べ掘削深さが1/3と浅く、事前解析における変形係数の設定（ $3E_0$ ）が過大であったと考えられる。また、弾性床上の梁モデルによる簡易計算結果についても実測値を下回っていた。ステップ②（床付け完了時）でも、妻壁に近くて幅が広く重量の重いマンホール部を除いて、FEM解析結果が実測値を下回った。ただし、実測値には仮受け後の沈下も含まれているので、実際の地盤のリバウンド量はさらに大きいと考えられる。また、掘削による洞道の変位は、事前解析では妻壁から約30mのところまで発生していたが、実測変位では60m程度まで影響がおよんでいた。

5. まとめ

計測結果から、掘削に伴う洞道の挙動の主な特徴として、①リバウンドによる隆起、②仮受け後の沈下、が挙げられる。今回の事前解析では、①については掘削面積と掘削深さの3次元的な拘束効果を考慮して、地盤の変形係数を一律3倍としたが、事前の解析ステップでの掘削幅と掘削深さおよび妻壁との離隔を考慮して決定する必要がある。実測値については、②の効果や近接工事の地下水低下工法などの影響も含まれており、実際のリバウンド量はさらに大きいものと考えられる。また、弾性床上の梁モデルでも、地盤パネの評価を正しく行えば概略の傾向はつかめることがわかった。なお、洞道の仮受け施工・計測においては、東京電力（株）地中線設備保全事務所の方々から御指導・御協力を戴いた。紙面において感謝する。

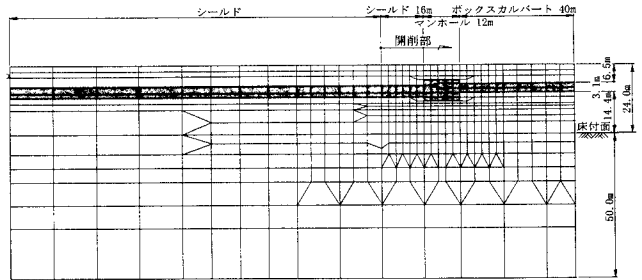


図-4 FEM解析メッシュ図

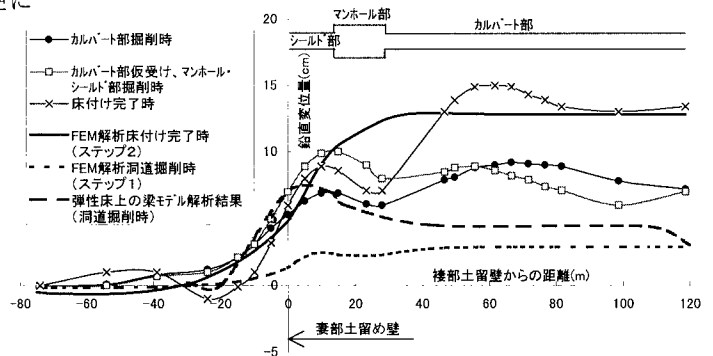


図-5 FEM解析結果と実測値の比較

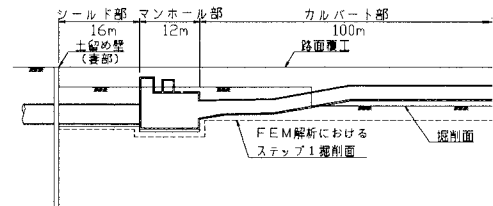


図-6 カルバート部掘削時

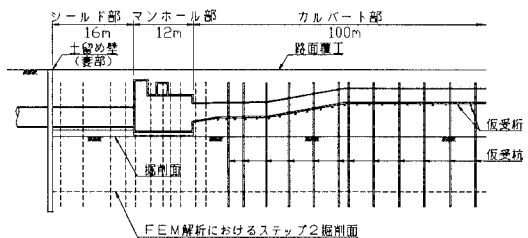


図-7 カルバート部仮受け後、マンホールおよびシールド部掘削時