

シールドマシン引抜き工事（その2 施工計画 - ）

(社)日建経中技研 正 榎原健治 正 篠崎哲也 正 岩淵常太郎 正 加藤修一  
馬淵建設(株) 正 保立尚人

1. 近接構造物への影響対策

シールド設置位置上部の粘土層は圧密試験により幾分過圧密状態(OCR = 1.5)にあると考えられる。地下空洞の発生による周辺地盤の応力状態および変形を粘性土地盤の力学モデル(カムクレイモデル)を適用し有限要素法により解析した。実験により求めた定数を前論文の表-1に示す。なお解析ソフトはGeoFem<sup>1)</sup>を用いた。

解析により求められた空洞周辺の破壊危険域の分布を図-1に示す。fの値は-1.0と0.0の範囲で、0.0に接近すると破壊基準に接近する。解析の結果、破壊状態となる範囲は見られないが、破壊状態まで10%程度の範囲が少なからず発生している。

解析による地盤の沈下予想を図-2に示す。空洞天端の水平方向の沈下曲線はで示され、顕著な沈下はシールドの直径 = 2mの範囲に収まると予想された。また横方向の変形は小さく、近接構造物の基礎が最も接近する3mの地点では水平変位がほとんど発生しない、と予想された。

地上、埋設管、近接構造物基礎の3箇所に観測点を設置し、施工時の変形をモニターした。解析によると3箇所の沈下量は最大0.7cm程度と予想され、その状態では粘土地盤は破壊に至らない、と解析的に判断された。そこで管理観測限界値を0.35cmとして施工中の変位を監視する計画とした。

2. 施工計画

ヒューム管撤去状況を図-3に示す。

発進立坑内に引き架台を組み立て、ジャッキを設置する。推進機内引き抜き部材と引き輪をPC鋼棒で連結する。ヒューム管は発進坑口コンクリートを支圧壁として引き輪をジャッキで押し、引き抜く。この時、充填材の注入圧(100kPa)を一定に保ちながらゆっくりと引き抜く。圧力管理は推進機内に設置した監視カメラにて圧力計をモニターし、遠隔操作にて行う。ヒューム管のカラーが坑口のゴムパッキンより出ればジャッキを止めPC鋼棒、ホース、電線等を撤去し、ヒューム管を坑外へ吊り出す。この作業を繰り返し所定の位置まで引き抜く。引き抜き設備を管内より順に撤去し、最後に立坑内設備を撤去し完了する。

充填材の配合は、主材となる高濃度泥水を泥水プラントで攪拌してストックミキサーに移し、引き抜き前にセメントを投入し攪拌する。セメントを投入する作業は推進機を引き抜く前に行い、一旦攪拌した充填材は2時間以上放置しない。

地盤高、埋設管高、近接構造物基礎高の測定は、1m引き抜きと1.6m引き抜き時及び昼間の3回実施し、次工程に進捗した。

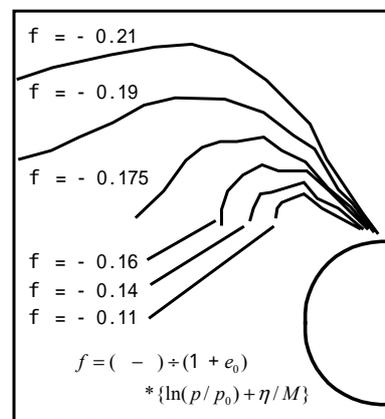


図-1 空洞と破壊危険域の分布

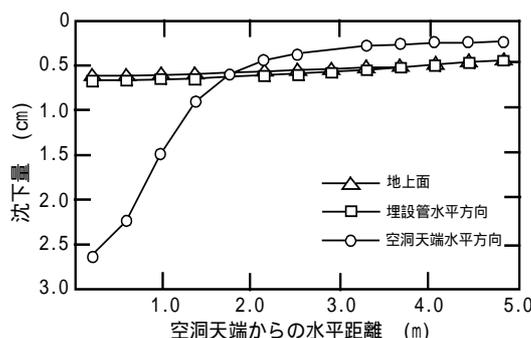


図-2 地盤の沈下予想図

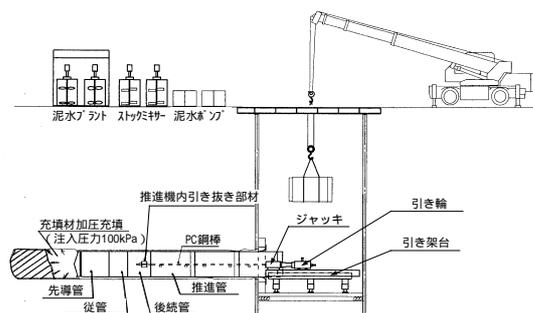


図-3 ヒューム管撤去状況

安全管理においては、推進機内の溶接を2人以上で行い必ず換気をした。PC 鋼棒緊張時には、管内及び立坑内への立ち入りを禁止し、遠隔操作にて作業を行った。

以上の工程を図 - 4 の施工フローチャートに示す。

本施工で使用した機械を表 - 1 に示す。クレーン設備工として10 t 吊りのラフタークレーンを使用した。プラント工は500 ㎓ × 2 槽の泥水プラント1基、500 ㎓のストックミキサー1基、泥水ホースは25 × 10 mを6本使用した。引き抜き設備工は推進機内引き抜き部材H250 × 250、PC 鋼棒32 mm、ジャッキ150 t × 3000 s tを使用し、引き抜き抵抗(約40 tf)に十分耐えられるものとした。ヒューム管の防護として、曲線内側の管端部の損傷を考慮し、目地にクッション材を挿入した。また、PC 鋼棒による管内の損傷には受け木を設置し、側面には当て木をした。

使用した材料を表 - 2 に示す。24時間後の一軸圧縮強度が周辺地山と同程度の100(kPa)以上となるよう配合した。

### 3. 施工管理方法

「その1 - 施工基準の算定 - 」から引き抜き速度を1日当たり2スパン(1.6 m)までとした。初期の段階では地山の挙動を把握するため1日当たり1スパンで施工し、変化が生じないことを確認し2スパンにした。

施工中の管理として次の3項目を行った。充填材の注入圧は本工法の地山の安定理論から水圧+20~50(kPa)とされていることから、今回の場合、管天端にかかる水圧は68(kPa)であるので、88~118(kPa)となる。この中間値をとり100(kPa)の注入圧を保ちながら管を引き抜いた。注入圧の調整は監視カメラで圧力計を監視し、遠隔操作で行った。充填材の強度が周辺地山と同程度の一軸圧縮強度100(kPa)以上発現したのを確認した後、次施工に移った。

本施工では管理観測限界値を0.35 cmとして地上・埋設管・近接構造物基礎の3箇所に観測点を設け、1 m引き抜きと1.6 m引き抜き時及び昼間の3回実施した。

### 4. 施工上の留意点

ヒューム管引き抜き時、ジャッキ加圧中にフリクションが一瞬に開放されると管材が一気に押し出されることが危惧された。その対処として推進用のジャッキを引き抜き速度に合わせ、当てがいがながら施工を行った。また、作業を行わない間も充填材の圧力による押し出しが危惧されたため、次施工までの間、当てがったままとした。監視カメラによる監視を24時間体制で行い、充填材圧力・管内の状況をモニターした。

### 5. おわりに

3次元有限要素法を適用して、シールドマシン撤去後に発生する地下空洞周辺地山の安定を解析し、施工速度を計画した。このような工事の設計仕様は汎用のものがなく、一連の施工記録が今後の資料として役に立つと考え、ここに報告した。

### 【参考文献】

- 1) GeoFem(地盤解析汎用プログラム)(財)沿岸開発技術研究センター、1997

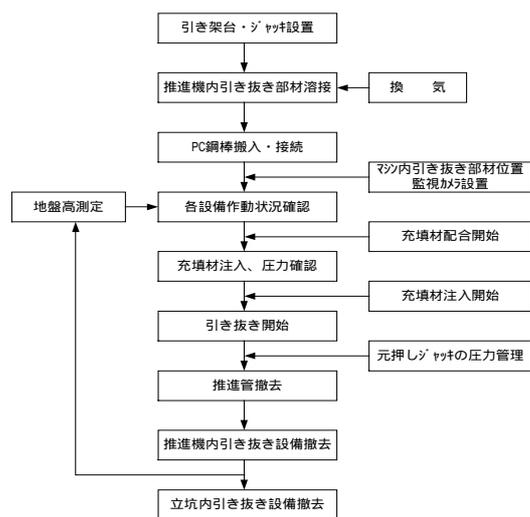


図 - 4 施工フローチャート

表 - 1 使用機械一覧表

工種	機器名	形状	単位	数量
クレーン設備工	ラフタークレーン	10t吊り	台	1
プラント工	泥水プラント	500 ㎓ × 2 槽	基	1
	ストックミキサー	500 ㎓	基	2
	泥水ホース	φ25 × 10m	本	6
	推進機内引き抜き部材	H-250 × 250	本	1
引き抜き設備工	PC鋼棒	φ32 × 2.5m	本	15
	PC鋼棒	φ32 × 5.0m	本	15
	引き輪		台	1
	引き輪架台	H-250 × 250	台	1
	ジャッキ	150t × 3000st	台	2
	油圧ポンプ	22kw	台	1
	PC鋼棒受け木	30 × 60mm	組	50
換気工	吸引バキューム	55kw	台	1
	吸引パイプ	5インチ	本	50
遠隔操作工	監視カメラ		台	4

表 - 2 使用材料一覧表

品名	商品名	メーカー
粉末粘土	トクレー	関東化成機
増粘材	エロング	(株)はりば
目詰材	フリーウッド	(株)はりば
セメント	普通ポルトランドセメント	(株)クヤマ
水		
可塑剤	スライディングSS AB剤	(株)はりば