泥土圧シールドでのトリクロロエチレン汚染地盤中の掘進実績

鹿島建設株式会社　正会員　○伊藤圭二郎　川端淳一　河合達司　串田慎二　滝本邦彦

１．工事概要

本工事は，愛知県名古屋市において，泥土圧シールドにより全長約 3 km，セグメント内径 6700 mm の共同溝を建設する工事である．掘進区間の一部には，工場で洗浄剤として使用されていたが，発がん性などの理由から有害物質として指定されているトリクロロエチレン（以下 TCE），及び地盤中で TCE が自然分解して生成するシス-1,2-ジクロロエチレン（以下 cDCE）により，汚染されていることが推定されている約 350 m の区間がある．この汚染地盤に対して，酸化剤を切羽や泥土運搬時に注入混合して TCE 等を無害な物質に分解しながら掘進した施工実績について報告する．

２．TCE 汚染地盤中を掘進する上での課題

TCE 汚染地盤中を掘進する上での課題は主に 3 つである．

①TCE は揮発性であることから，作業環境や周辺環境への影響を最小限にするため，早期に浄化することが必要．

②シールド掘進速度が遅くなる影響を最小限に抑えるため，できるだけ短時間での浄化が必要．

③浄化条件として，シールド設備への負荷の小さい方法の選定が必要．

こうした条件に対応する浄化方法として，pH が中性で設備負荷が小さく，酸化分解により短時間で TCE を二酸化炭素，水，塩化物イオンに分解できるマイルドフェントン法を選定した．また，掘進と同時にマイルドフェントン法の薬剤を原位置混合することで早期に浄化する方法を事前に実験で確認[1)]して適用した．

３．浄化対策の概要

浄化対策の概要を図-1 に示す．マイルドフェントン法の薬剤である過酸化水素水と触媒を地上プラントに貯留し，立抗下に配管輸送して一旦坑内の台車上のタンクに貯留する．坑内はタンク台車をバッテリーロコ輸送してシールド機の後方台車までに輸送し，後方台車上のポンプにより切羽と二次スクリューへ注入する．

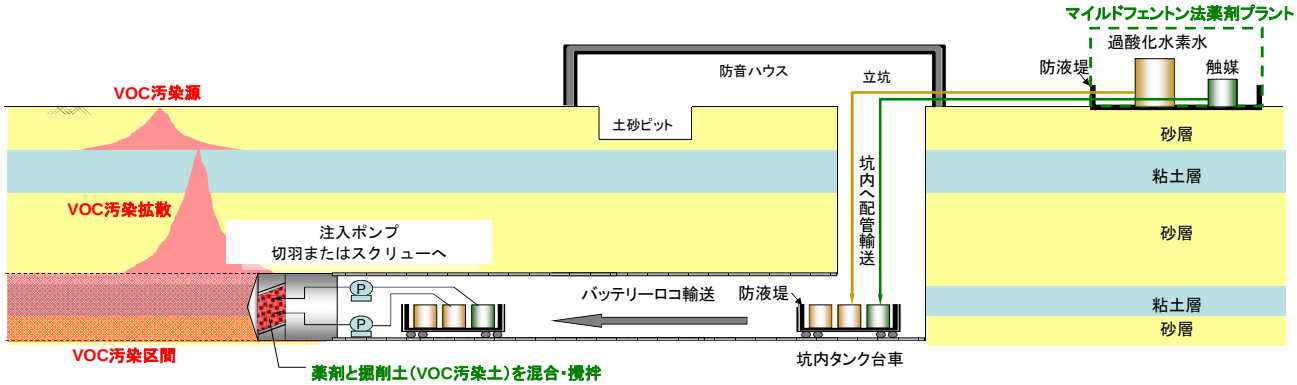

図-1　浄化対策の概要

４．対策範囲

対策範囲の平面図を図-2 に示す．本工事以前に行われた地下水中の TCE および cDCE の調査結果（図中の赤丸：全て環境基準値超過）を参考に，トンネル区間上でボーリング調査（図中の白丸）を行い，基準値以下であったことから，対策範囲を約 350 m，組み立てリング数にすると 224 リング（1 リング 1.5 m）とした．

キーワード　シールド，泥土圧，トリクロロエチレン，浄化，酸化剤

連絡先　〒182-0036　東京都調布市飛田給 2-19-1　鹿島建設㈱　技術研究所　ＴＥＬ042-489-6580

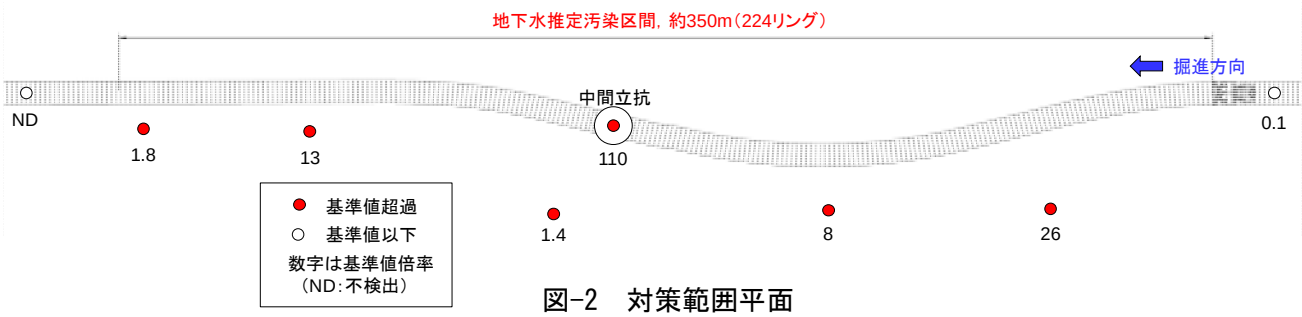

図-2　対策範囲平面

5．マイルドフェントン法薬剤の混合量の設計

現場の土試料を用いて室内試験を行い，薬剤混合量の設計を行った．TCEの試験結果を図-3に示す．過酸化水素水の濃度に応じて分解効果が高まる結果となり，環境基準値以下となるのは過酸化水素水が0.5%以上で60分以内である．現場での施工サイクルを考慮すると，掘進と組み立てや薬品の坑内輸送で60分以上要することから，60分の浄化時間を許容して過酸化水素水濃度は0.5%とした．

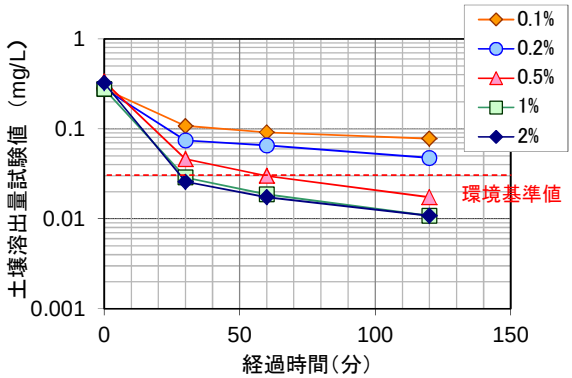

図-3　TCE の室内試験結果

6．坑内施工設備

浄化に関連する坑内の施工設備図-4 に示す．後方台車上に注入用のポンプを過酸化水素水や触媒それぞれ設置し，切羽やスクリューへ注入できるようにした．掘進時には，スクリューからベルトコンベアーに排出される掘削土をサンプリングし，分析室（PID ガスクロマトグラフ）にて土壌の簡易分析を行った．

7．施工結果

対策後の掘削土の TCE の 1 リングごとの分析結果を図-5 に示す. ほとんどは検出されていない（0.001 mg/L 未満）結果であり, 検出されていても浄化管理値以下に収まっている結果を得ている．また，cDCE も同様にほとんどが検出されていない結果となった。

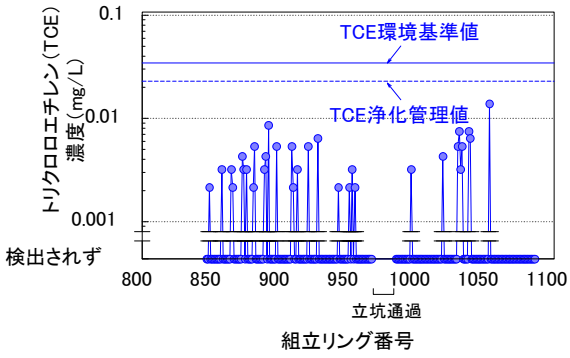

図-5　TCE の現場での分析結果

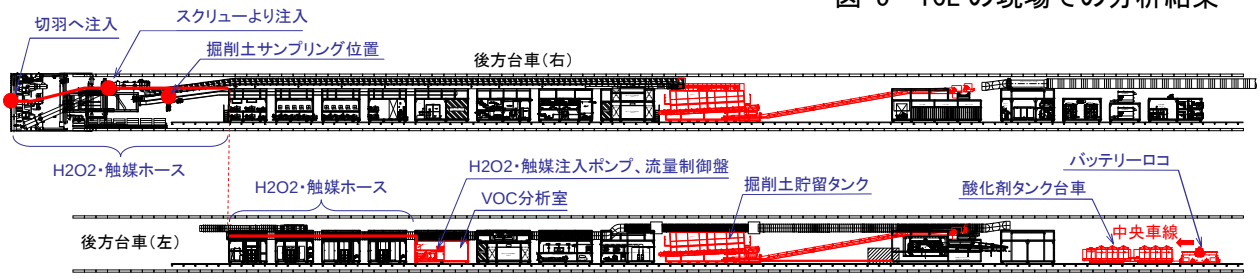

図-4　施工設備（浄化関連を赤）

8．まとめ

揮発性の有害物質であるTCEを含む地盤において，掘削土にマイルドフェントン法薬剤を混合してトンネル内で酸化分解し，二酸化炭素等に無害化しながら掘進する手法を適用した．その結果，全ての分析値が浄化管理値以下となり，作業環境や工事周辺環境の悪化を防止しつつ，シールド掘進速度への影響も最小限に抑えて掘進を行うことができた．

参考文献

1)河合達司ら：シールド掘削時における VOC 汚染土の酸化分解法の検討，土木学会第 68 回年次学術講演会，pp.599-600，2013.