

長距離・急曲線を有する泥濃式推進工事における可燃性ガス対策

関電工・大本組・ナリコー共同企業体（大本組） 正会員 ○柿沼 政春
 東京電力(株) 千葉支店 千葉工事センター 細川 和佳
 関電工・大本組・ナリコー共同企業体（関電工） 牧井 繁幸
 (株)アルファシビルエンジニアリング 松元 文彦

1. 目的

千葉県茂原市付近は南関東ガス田に位置し、工事区域周辺はメタンガスの商業採取の行われる地域であり、メタンガスによる爆発事故事例も多い。本稿は可燃性ガスによる爆発の危険性の高い地域で施工した泥濃式推進工事の安全対策について報告する。

2. 推進工事の概要

本工事は電力供給管路の新設工事であり、工事延長1,950mのうち1,380mを開削工事、道路幅員が狭くJR外房線を横断する区間を管径φ1200mm、延長570mの機械推進工事で施工した。推進工事の特徴は、長距離、急曲線、縦断曲線、JR軌道下横断である。平面線形は、発進直後に35R+35R+35Rの3連続曲線があり、その後、50R+35R+100R+11.5R+50Rと8つの曲線区間を有する。また、縦断線形は、発進直後に下り4%勾配でL=130m進んだ後、水平にJR軌道下を最大土被り8mで通過し、11.5Rの急曲線後に上り7%勾配L=90mで到達する。

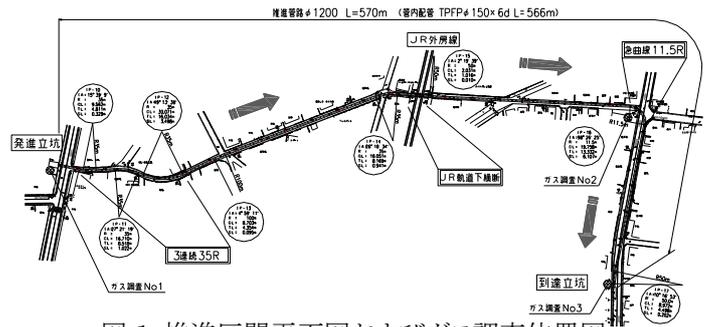


図.1 推進区間平面図およびガス調査位置図

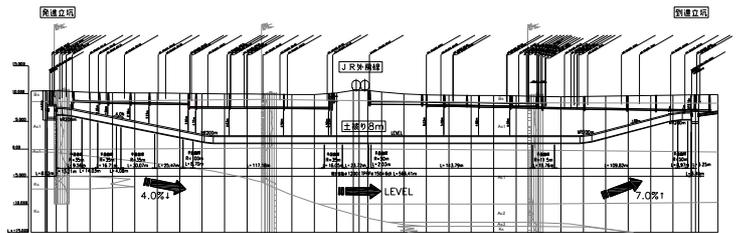


図.2 推進区間縦断面図

3. 可燃性ガス調査

工事着手前に、推進ルート上の3箇所でも可燃性ガス調査を実施した。メタンガスの爆発限界 5~15vol%に対して、ボーリング孔 No.3 で遊離ガス濃度が 77vol%、No.2 および No.3 で溶存ガス濃度が 67~92vol%と高濃度で検出された。推進深度は GL-3~9mで砂質土主体であるが、有機質土やシルトが薄く狭在していることから、粘性土層およびその下面凹部にポケット状にメタンガスが存在していると考えられる。発進立坑付近でメタンガスは確認されなかったが、調査地点以外のガスの溶存状態やガス溜りを特定することは困難なため、推進ルート全体を通して可燃性ガス対策を実施した。

4. 計画段階の可燃性ガス対策

事前調査で高濃度のメタンガスの存在が明らかになったため、推進ルートの見直しや推進工法、掘進機の防爆化、管径（当初φ800mm）の変更などを検討した。関係者で協議を重ねた結果、電力供給時期の厳守、地元住民とのルート調整の経緯、現道幅員の制約などを勘案し、防爆対応可能な最小管径で施工することにした。掘進機を防爆仕様とする

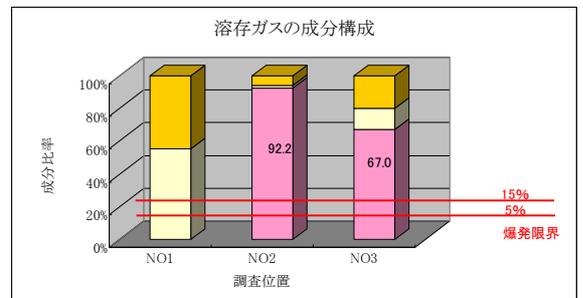
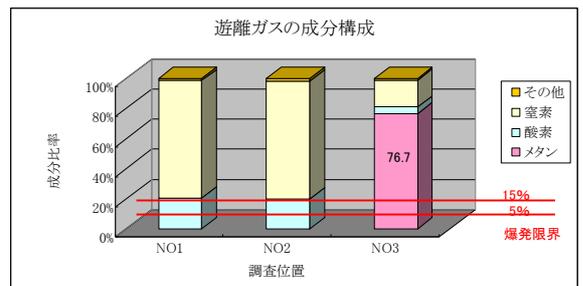


図.3 可燃性ガス調査結果

ためには、標準機（非防爆仕様）に比べて、減速機モータや油圧ユニットなどの装置が大型化を図る必要があるが、既往事例では機器の配置スペースを確保可能な最小管径はφ1350mmであった。一方、平面線形上の制

約から急曲線区間での最大半径が 11.5R となったため、掘進機の曲線造成能力から $\phi 1200\text{mm}$ 以下に抑える必要があった。今回採用した掘進機は、防爆対応のために大型化する機器の配置と、多段中折れ装置などの急曲線対応と相反する困難な掘進機設計を実施した。

既往の防爆事例としては、掘進機先端から後方 10m 程度を防爆エリアとし、後続の非防爆エリアと区分する部分防爆とすることがほとんどである。本工事では、長距離・急曲線・縦断勾配のある線形であり、合成鋼管 1/6 管採用による目地間隔の狭さ、目地数の多さ、曲線部分の目開き量シミュレーションより、目地からの漏水が懸念された。また、長距離・縦断勾配を有するため、測量作業中のガス発生時の退避遅れなど、管理面の不安要素から、完全防爆対応とした。掘進機の防爆対策はもとより、密閉型貯泥槽の採用、換気システムとして、大型バキューム (75m³/min) 2 台による排泥用+排気用の 2 系統の吸引パイプライン ($\phi 150\text{mm}$) を切羽から発進基地まで敷設した。掘進機の防爆化としては、カット駆動用電動機、電磁弁、センサ類、蛍光灯などを防爆構造とし、電源、センサ等の配線類は全て防爆接続箱を介してジョイントする方式を採用した。



写.1 密閉型貯泥槽



写.2 防爆接続箱

5. 施工段階の可燃性ガス対策

掘進作業中は管内に作業員を配置せず、地上操作室から遠隔操作で掘進した。推進管内への作業員の入坑は、測量と機器のメンテナンスに限定した。作業員の入坑管理は、ライター等の火気持込み厳禁はもとより、静電防止服の着用、火花防止工具の使用を徹底した。掘進機後部、推進管内 100m 間隔、立坑下、地上排泥タンクおよび防音シートで覆われたバキューム排出部に設置した、酸素・ガス検知警報システムと地上操作室内に配置した警報モニタにより、常時監視体制を整えた。また、ガス濃度に対応して、掘進機供給電源の自動遮断システムも取り入れた。さらに、施工中は常時、ガス専任監視員を配置し、酸素ガス濃度の監視とともに作業員の入坑管理を含めた安全管理に努めた。

既往の泥濃式推進工法では開放型貯泥槽を採用し、切羽から取り込んだ泥土の性状を一旦オペレータが確認し、添加材の濃度や量をコントロールした後に、作業員が排泥管に泥土を送り込む作業をしている。今回工事では、密閉型貯泥槽を採用したため、オペレータが切羽後方での泥土性状を把握することが困難で、排泥音や地上排泥タンクでの排出状態でしか確認できない、高度なマシン制御を余儀なくされた。

施工中のメタンガスの湧出状況は、爆発限界に達するようなガス濃度には至らなかった。その要因として、掘進機先端からは掘進中は切羽圧力を地下水圧+20kPa 以上とすることでメタンガスを周辺地盤中に押し退け、さらに掘削土中に含まれる溶存メタンについては密閉型貯泥槽と排泥管で管内と遮断された状態で吸引排出するシステムが効果的だった考えられる。また、事前のシミュレーション通りに曲線部の目地間隔も一定となり良好で、懸念された目地からの溶存メタンを含んだ浸水もなく、安全に到達することができた。

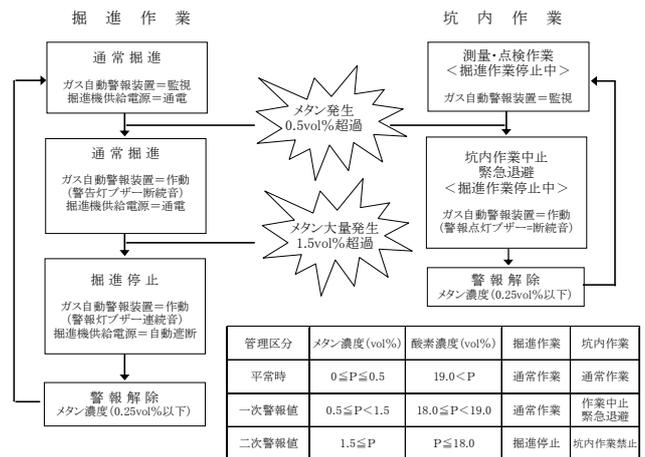


図.4 酸素・ガス濃度管理フロー図

キーワード メタンガス, 泥濃式推進, 完全防爆, 密閉型貯泥槽, 換気システム

連絡先 〒290-0055 千葉県市原市五井東 2-15-10 東京電力(株)千葉工事センター 管路グループ TEL0436-77-6185