

CMI 報告

超近接トンネルの
設計・施工検討

横澤 圭一郎・安井 成豊

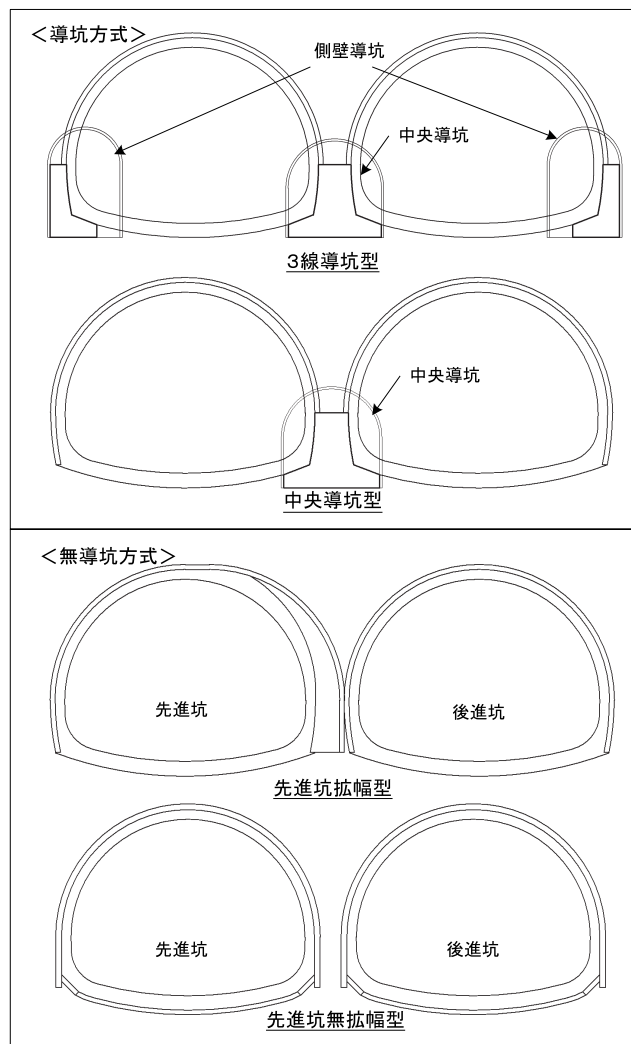
1. はじめに

山岳部に上下線2本の道路トンネルを建設する場合には、トンネル施工時における相互影響を考慮して、トンネル中心間の離隔が2～3D程度（D：トンネル掘削幅）となるように一般的に計画される。また、近年、都市部近郊において、周辺地域の道路ネットワーク整備を目的とした道路が計画され、丘陵部等においては地表の住居環境および自然環境を保全する目的から、トンネルによる道路整備が多くなってきている。

都市部近郊において、上下線トンネル2本の離隔を離れた場合、その設定幅に応じて、小土被り部における区分地上権設定範囲と坑口周辺部における用地取得範囲を多く確保することが必要となり、全体事業費のアップと協議対象家屋の増大など円滑な事業推進において多大な影響を与えるものとなる。

そのため、坑口付近あるいはトンネル全線にわたって、上下線トンネル相互の離隔を数mに近づけた超近接のトンネルとして計画されなければならない場合がある（1975年竣工の沖縄県伊祖トンネルが最初）。その施工法は、図—1に示すように1本あるいは3本の導坑と呼ばれる小断面トンネルを先に施工する導坑方式の事例が大部分であった。その後、2000年頃から、導坑を施工しない無導坑方式での施工が超近接トンネルにて実施されるようになってきた。

当研究所においては、数多くのトンネル設計・施工に関する検討業務に携わってきた中で、施工が困難な超近接トンネルにおける設計・施工検討も実施してきており、今回その概要を紹介するものである。



図—1 超近接トンネルの施工概要

2. 超近接トンネルの設計・施工への取り組み

施工技術総合研究所では、超近接トンネルの設計・施工検討に対して、以下に示すような取り組みをこれまでに実施している。

- ・1980年代 鷲羽山トンネルの設計・施工検討
- ・1990年代 超近接区間（舞子トンネル）の施工検討
導坑方式超近接トンネル（豊見城トンネル）の設計検討
無導坑方式超近接トンネル（祇園原トンネル）の設計検討
- ・2000年代 各種無導坑方式超近接トンネルの施工検討（五ヶ丘トンネル、豊見城トンネル、北山トンネル、識名トンネル）

超近接トンネルの設計・施工は、単独トンネルとは異なり、実施工事例が少なく、トンネル技術上難易度の高い取り組みとなる。そのため、各トンネルにおいて技術検討委員会を組織し、事務局として委員会資料の検討・作成および運営を行ってきた。そして、各ト

ンネルの設計・施工検討段階においては、設計提案内容に対する有識者からの意見を参考として、適宜修正を図るとともに、施工段階においては、切羽観察や計測データ等を基に、最適な施工法および構造とすべく施工業者・発注者とともに協議を繰り返し、各トンネルの当時における最適な設計・施工となるように技術支援を行ってきた。

その結果として、小土被りでトンネル上部に民家が存在する施工条件下の超近接トンネルにおいて、沈下抑制を図り、トンネル施工の最適化を実現するために、以下のような工法の適用を行ってきた次第である。

- ・補助ベンチ付き全断面掘削の適用
- ・インバートストラット等を利用した早期断面閉合
- ・先進坑トンネル形状の対称化（中央側の無拡幅）

3. 超近接トンネル施工事例の紹介

当研究所が技術検討委員会を組織し、施工時における技術支援を行った代表的な無導坑超近接トンネルの事例（施工を完了あるいは実施中）を以下に3例紹介する。

(1) 豊見城トンネル

豊見城トンネルは、沖縄県那覇市において沖縄自動車道と那覇空港を繋ぐ那覇空港自動車道豊見城東道路を構成する延長1,074mの道路トンネルである。東側坑口部が2連のボックストンネルと接続する構造となるため、上下線トンネルの離隔が最小0.44mとなり、施工条件も泥岩地山、小土被り、直上家屋有りという厳しい条件となった超近接トンネルである（写真—1, 2）。

当該トンネルでは、修正設計段階にてトンネル断面の変更が実施され、先進坑拡幅型（図—1）で上半先進掘削にて施工するタイプの無導坑トンネルとして設



写真—1 豊見城トンネル坑口部



写真—2 坑門工完成後（ボックストンネルと接続）

計された。その後、施工段階において、施工業者との協議、技術委員会での技術検討を経て、トンネル形状を非対称とせず（先進坑無拡幅型）、補助ベンチ付全断面掘削にて早期断面閉合を行う施工に変更した。

トンネル施工は、地表面沈下も20mm程度に抑制することができ、直上家屋への影響もなく、平成19年3月に無事完了することができた。当トンネル施工完了後、その他関連工事が進められ、豊見城東道路の供用が平成20年3月頃に予定されている。

(2) 北山トンネル

北山トンネルは、岩手県盛岡市の北側に計画された国道455号バイパスにある約1kmのトンネルである。本トンネルも盛岡市に接続する側の坑口付近用地幅の制約から離隔1m程度の超近接トンネル区間が必要となったものであり、当初設計は、3線導坑方式にて計画されていた。

施工は、反対側坑口から実施されてきたが、当初予想された地山とは異なり、破碎性に富むメランジュ（混在岩）であったため、天端や切羽の崩壊を繰り返す状態であった。そのため、技術委員会を組織し、トンネル施工法等の見直しを行うとともに、超近接トン



写真—3 北山トンネル坑口部



写真一4 坑門工完成後

ネル区間の設計・施工について検討を行い、先進坑の断面形状と支保構造を変えた無導坑方式にて施工を実施したものである。

最終的に、2006年7月に先進坑が、同年11月に後進坑が無事貫通を迎えることができた(写真一3, 4)。

(3) 識名トンネル

上記2事例は、坑口付近の150m程度未満の延長が超近接区間となった事例である。識名トンネル(仮称)は、沖縄県那覇市の真地久茂地線の住宅丘陵地下を通過する延長約560mの全線にて、上下線トンネルの離隔が1m程度となる超近接トンネルである。トンネルは、自歩道を有する大断面のトンネルであり、泥岩地山・小土被り・トンネル直上が住宅地であることからトンネル施工の難易度が非常に高いトンネルである。

本トンネルも当初設計時は、中央導坑方式にて計画されたものである。施工開始段階において、技術委員会を組織し、超近接トンネルの事例や解析結果等を参考としながら、沈下抑制に配慮しつつ、工期短縮が期待できる施工法について審議検討を行い、無導坑方式の施工に変更したものである。

トンネルは、現在施工中であり、施工時に適宜発生する懸案事項に対する技術支援を行うとともに、技術委員会を組織して設計施工法の妥当性や修正を行いながら、地上家屋等への影響を抑制しつつ、合理的な設計・施工となるように発注者・施工会社と協力して工



写真一5 識名トンネル坑口部



写真一6 識名トンネル掘削状況(補助ベンチ付き全断面掘削+早期閉合)

事を行っている所である(写真一5, 6)。

4. おわりに

今後、各地域都市部において、集約型の都市構造への転換が進み、居住地域を含む生活エリアがある地域範囲内に集まってくる可能性が高い。そのような都市構造下において、円滑な生活圏の形成に必要とされる道路ネットワークを新たに構築する際には、今回紹介したような超近接トンネルが計画されるケースが今後ますます増えてくるものと考えられる。

ただし、無導坑方式での実施事例は少ないのが現状であり、超近接トンネルの設計・施工に際しては、各施工条件を考慮しながら、工費・工期・品質面で最適となるトンネル構造と施工法を適宜検討することが必要となる。当研究所としても、上記に紹介したような施工経験を積み重ね、合理的な設計・施工を提案・技術支援できるよう、より一層の努力を重ねていきたいと考えている。

JICMA

《参考文献》

- 1) 照屋・高良・駒谷, 他: 地表面の構造物直下における超近接トンネルを全断面早期閉合による施工, 豊見城東道路豊見城トンネル(その1)工事, トンネルと地下, **38** [7] pp.17-24 (2007)
- 2) 佐藤・高瀬・小松, 他: 未固結地山における超近接双設トンネルの施工, 国道455号北山トンネル, トンネルと地下, **38** [5], pp.13-23 (2007)

【筆者紹介】



横澤 圭一郎(よこざわ けいいちろう)
社団法人日本建設機械化協会
施工技術総合研究所
研究第一部 部長



安井 成豊(やすい しげとよ)
社団法人日本建設機械化協会
施工技術総合研究所
研究第一部 次長