

Ⅲ－B34

6 分割 CD 工法における中壁撤去（小樽望洋台トンネル）

戸田建設株式会社札幌支店 正員 近藤 孝裕
白戸 裕志
清水 和宏

1 はじめに

望洋台トンネルは北海道小樽市に位置する延長 401m の 2 車線道路トンネルである。トンネル建設地点を含め周辺には地すべり地形が認められ、トンネル掘削による地すべり誘発の可能性が高いこと、さらに掘削断面が大きく全区間に渡って土被りが小さい未固結地山であることから、地山変位の抑制を目的として 6 分割 CD-NATM 工法が採用された。（図-1）

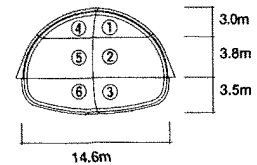


図-1 6 分割 CD-NATM

ここでは、6 分割 CD 工法による施工のうち、その特徴とも言える中壁撤去について計測管理を中心に報告する。

2 中壁撤去の時期

現段階において CD 工法は施工実績が少なく、トンネル掘削の最終段階である中壁撤去によるトンネル一次覆工体に対する応力再配分や周辺地山挙動について十分な解明がなされていない。

本トンネルは特に地すべり地内での施工であることから、トンネル掘削により周辺地山への影響を極力緩やかにするため、工程的に可能な限り中壁を存置し、各断面の変位の安定が十分確認されたのち中壁撤去に着手することにした。

3 中壁撤去試験施工

中壁の撤去に先立ち、トンネルの安定性を確認する目的で試験施工を 2 回実施した。第 1 回目はトンネル挙動把握を主目的として、B 計測断面を含む 14.4m 区間で実施し、第 2 回目の試験施工は中壁撤去の施工方法を確立することを主目的に、撤去区間長 25.2m で実施した。

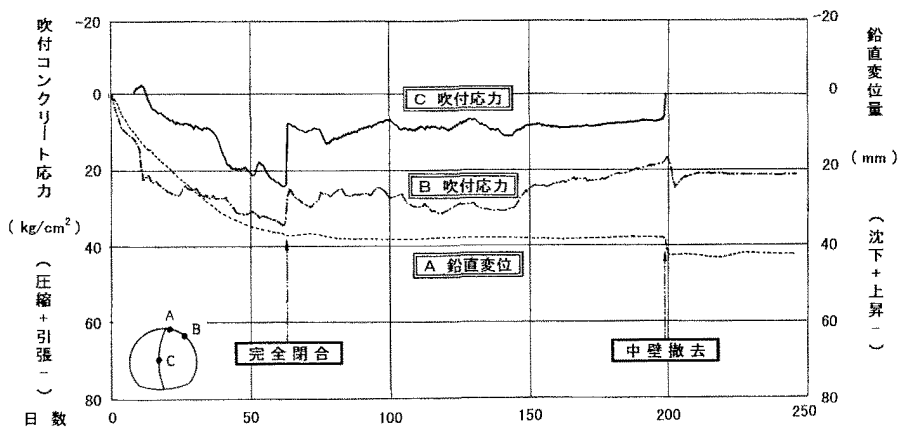


図-2 天端沈下・吹付コンクリート応力 経時変化グラフ

キーワード：トンネル、NATM、CD、地すべり、計測管理

連絡先：北海道札幌市中央区北 3 条東 2 丁目 TEL 011-231-9600 FAX 011-219-5639

図-2 に示す試験施工結果から得られた項目を整理すると

- (1) 断面変位は、天端からアーチにかけて沈下傾向を示し、中壁撤去後の天端沈下量は最大 5mm であり、総沈下量の概ね 10% 前後である。
- (2) 撤去によるトンネル縦断方向への影響は微小であり、1mm 以上の変位があった測点の範囲は撤去端部から 1.3D である。
- (3) 一次覆工部材応力は掘削の進行に伴い増加したが、全断面閉合後は減少傾向を示した。これは全断面閉合時点で中壁が分担していた応力が徐々に開放され、撤去直前の時点ではほとんど支柱としての機能はなくなっていたと考えられる。試験施工後の部材応力にも大きな変化は見られず、これらからも全断面閉合時点より応力の再配分がなされていたと判断できる。

試験施工結果から、本トンネルにおける中壁撤去時の変位は緩やかであり、全断面閉合がなされることによって中壁の機能はほぼ終焉されていると判断できる。また、試験施工での計測結果を用いた逆解析 FEM により地山変形係数を再評価し、その結果により順解析 FEM を実施しトンネルの安定性を検証した。

以上のことから中壁撤去後の安全性は確保されると判断し、本施工に着手した。

4 本撤去における計測管理指標

トンネル掘削に関して、各計測項目に対して管理基準値を定め断面の安定性を確認してきた。中壁撤去時の変位計測にあたっては従来までの累積変位量で管理する手法でなく、試験施工結果に基づき新たな計測管理指標を定め、一次覆工の安定性を確認しながら施工を行った。

指標Ⅰ		指標Ⅱ
13		24 (%)
通常体制	注意体制	非常体制
撤去継続 撤去計画に従い 撤去	計測頻度増撤去継続 増加傾向沈静後 撤去継続	撤去一時中止 変位増大傾向の場合 対策工実施

表-1 計測管理指標

指標は変位の捕らえやすい天端沈下に着目して、試験施工で得られた中壁撤去時の鉛直変位比率を適用し指標Ⅰとした。また、同試験施工断面の先進坑中段施工時の鉛直変位比率が他の加背の施工時に比べ大きいので、この比率を指標Ⅱとして異常時判定の境界とした。（表-1）

5 計測結果

本撤去では管理指標による計測管理を実施して、大きな変位もなく撤去を完了した。

撤去後の天端沈下量は、最大 7mm、平均 3mm、管理指標に基づく変位の比率は最大 25%、平均 10.2% であった。本撤去と試験施工から得られた変位比率との比較では、ほぼ同様の結果が得られた。土被り、地すべりブロック等の条件別に比較した場合でも差異はほとんどなく、閉合により中壁の機能がほぼ終焉することが伺える。（表-2）

土 被 り	1D以下	1D以下	1D以上	1D以下
地 山 改 良	無	有	無	無
区 間 延 長 (m)	110	45	120	96
計 測 断 面 数	10	6	12	8
累計天端沈下量	51.3	49.7	21.2	17.4
撤去時平均沈下量	5.0	3.4	1.9	1.9
同上平均沈下比率	10.4	7.1	10.9	10.8

沈下量(mm)、沈下比率(%), 測定は三次元測距儀を使用

表-2 中壁撤去の計測結果(A計測)

6 おわりに

CD-NATM における中壁撤去については、その時期について諸説がある。本トンネルにおいては地すべり地帯内の厳しい地質条件下での施工であり、特に慎重な施工と計測管理を行った。撤去時期についても地すべりの性質を考慮し、工程的に可能な限り中壁を存置させる方針とした。

施工を終えて計測データによれば、全断面閉合により応力再配分が行われ、早期に中壁の支保材としての機能が失われていると判断できる結果となった。地質、土被り、補助工法等により全ての CD-NATM に適用できる結果ではないと考えるが、類似トンネルにおける参考となれば幸いである。

最後に、望洋台トンネル工事に際し、ご指導、ご協力をいただいた関係各位に心より感謝申し上げます。