

RCセグメントによる急曲線シールドトンネルの施工

中部電力(株) 中央送変電建設所

洞口 和 史

清水建設(株) 名古屋支店

(正会員) 尾畑 喜代和

1. はじめに

中部電力(株)では、名古屋市中心部で進めている洞道工事において、二次覆工省略を計画し、実施した。本工事の急曲線部では、事前に急曲線施工時のトンネル軸方向および断面方向に関する覆工の構造安定性を検討し、この結果を基に設計した急曲線部用鉄筋コンクリートセグメント(RCセグメント)を採用した。また、急曲線施工時の安全性と急曲線部セグメントの設計手法(構造解析モデル)の妥当性を確認する目的で、実際の急曲線施工時の覆工の計測と慎重な施工管理を実施した。これら、二次覆工を全路線にわたり省略するにあたり設計・施工の両面から対策・検討した施工事例について良好な結果を得たので、その概要を報告する。

2. 工事概要

施工場所 名古屋市中区丸の内一丁目～東区白壁四丁目

工期 平成7年3月16日～平成9年10月20日

工事内容 泥土圧式シールド工法

掘削外径φ5,440mm 掘削延長 1,571m 掘削土量 37,143m³

最小曲線半径 80m 最大縦断勾配 3.6% 土被り 26～10m

仕上り内径(セグメント内径) φ4,800mm

RCセグメント B1,200mm (R>100m) 1,012リング

RCセグメント B 750mm (R≤100m) 470リング

本工事は、対象土層が熱田層上部と呼ばれる洪積層で、砂層、粘土層、砂礫層の互層に泥土加圧式シールド工法で洞道を施工するにあたりRCセグメントの採用により、二次覆工を省略した工事である。

RCセグメントは、平板形で厚さ250mm、急曲線部での幅は、750mmである。

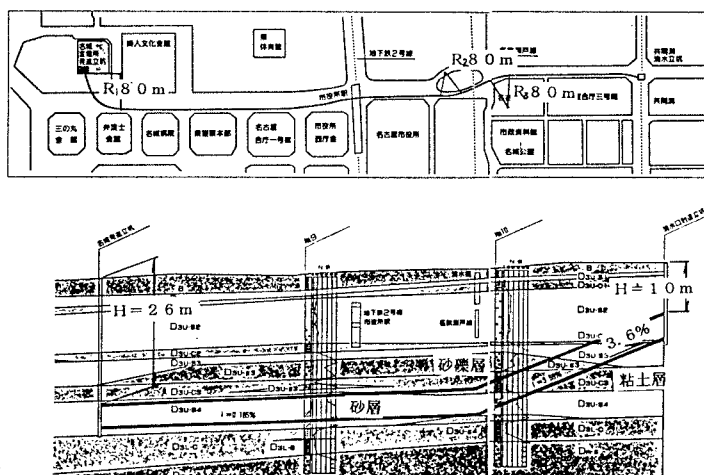
平面線形は、図一1に示すようにR80mの急曲線部が3箇所含まれ、縦断線形は土被りが発進部で2.6m、到達部で10mの上り勾配である。

しかも、第2曲線と第3曲線は、S字曲線であり、縦断勾配3.6%への変化点でもある。

3. 技術的問題点に対する解決策

(1) 技術的問題点

一般に、R150m以下の曲線部では、トンネル軸方向の剛性、継ぎ手の強度などを考慮して鋼製セグメ



図一1 平面図・縦断図

ントを採用しているのが現状である。鋼製セグメントの場合は、鋼製部材の劣化対策として二次覆工が必要となる。ＲＣセグメントを採用した場合は、施工時の片押しジャッキ推力によりセグメントに偏荷重の作用が懸念されセグメントに有害な「ひびわれ」や「かけ」の発生、セグメント間の「目開き」や「目違い」による漏水の発生が考えられた。

(2) 解決策の検討

a. 設計上での対策

セグメントに対し、ジャッキ片押し、中間押し、全押しでの施工時荷重を考慮した設計の見直しを行った。

見直しの結果、表－１に示すようにセグメント部材の補強を行った。さらにセグメント鉄筋かぶりの確保およびシール材の材質・厚さ・形状の変更を実施した。

b. 施工上での対策

シールド機械に①中折れ機構、②テールクリアランス計、③シールドフアジシステムによる自動方向制御システムの採用やセグメントに作用する施工時応力を計測管理する情報化施工を採用した。

図－２に示すように第１曲線部セグメントに①鉄筋応力計、②ボルト軸力計、③継ぎ目変位計を設置し、計測値を事務所中央管理室にて把握し、管理値を設定した。

この際の管理値は、掘進に対応させるため、一次管理値を許容値の８０％、二次管理値を許容値とした。

一次管理値を越えた場合には、次の対策を計画し実施した。

- ① ジャッキ片押しから中間押しへの移行。
- ② 推進力低減のため、ジャッキスピードのダウン。
- ③ シールド機械の中折れ角度調整。
- ④ 裏込め注入強度アップによる地山反力の増強。

(3) 結果と効果

その結果、二次管理値範囲内で掘進し、工事を成功させることができ、設計、施工上の効果をまとめると次のようである。

- ① 有害な「ひびわれ」や「かけ」の発生量を少なくすることができた。
- ② 「目開き」や「目違い」も小さく、漏水量も低減できた。

以上により、二次覆工省略による工事コストの縮減が図れる。

4. おわりに

今回、品質の高い施工管理が可能な情報化施工を行うことにより、急曲線部Ｒ８０ｍを含む全路線にＲＣセグメントを使用して、二次覆工を省略することができた。

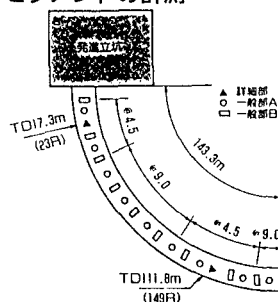
また、曲線施工時、掘進データおよび覆工挙動データをもとに数値解析検討を実施した結果、曲線に使用するセグメントの設計に向けて様々な知見を得た。

ただし、今回の施工は良質な地山での施工であり、今後、条件の悪い地山を曲線掘進する場合には、再度計測と検討を行うとともに実績の蓄積が必要と考えられる。

表－１ セグメント部材の補強

	原設計	変更後
主鉄筋	外縁側 D13×6本 内縁側 D13×6本	外縁側 D19×6本 内縁側 D19×6本
セグメント間ボルト	M27 (強度区分6.8)	M27 (強度区分10.9)
リング間ボルト	M27 (強度区分6.8)	M27 (強度区分10.9)
スターラップ	D10	D13

●セグメントの計測



	鉄筋応力	ボルト軸力	継目変位
詳細部 2 R	5	5	5
一般部 A 9 R	2	1	1
一般部 B 9 R	1	1	1

※一般部 A Bについて
鉄筋方向左右両側鉄筋計設置を行い A、B の交互とした。
B では上筋への計器設置を行った。

図－２ セグメント応力計測位置平面図