

(Ⅲ－35) 来島大橋 10A アンカートンネル施工時の計測結果について

本州四国連絡橋公団： 正会員 吉川 章三

清水建設(株)： 正会員 ○藤野 晃 同 宮下 国一郎

1. はじめに

来島大橋 10A アンカートンネルは、本州四国連絡橋、尾道・今治ルート of 来島第三大橋の今治側において、吊り橋のケーブル張力を受けるアンカレイジを岩盤内に構築するために掘削された南北 2 本の双設トンネルである。各々のトンネルは、延長約 72m であるが、坑口側の標準部(約 80m²)と坑奥側の拡幅部(最大約 200 m²)から構成され、坑奥部が拡幅された形状となっている。トンネル軸は水平に対して下向き 40° の急勾配になっており、上半部については、トンネル軸方向に掘削し、下半部については施工機械を搬出入する際に水平盤が必要となるため、水平ベンチカット方式にて掘削した。トンネルの支保構造は上下半とも吹付コンクリートとロックボルトである。本報告では、トンネル掘削時に行った内空変位、地中変位等の諸計測の内容を紹介するとともに、計測値の分析結果等について 2, 3 の計測例をもとに紹介する。

2. 計測概要と結果

10A アンカートンネルの掘削に伴い、実施した計測について主な項目を以下に示し、その概要を記す。図-2.1 に南側トンネルにおける計測位置図を示す。(北側トンネルもほぼ同様な計測位置となっている。)

(1) 天端沈下および内空変位測定(計測 A)

本トンネルの標準部の断面形状はやや縦長で側壁部が一般のトンネルと比較して長い(幅 8.5m、高さ 10.5m)、内空変位の水平測線は 3 測線とした。測定方法は、天端と各測線の両端部にターゲットを設置し、光波距離計(3Dステーション)を使用して変位量を測定する方法とした。変形はほとんどの計測断面で切羽が 2D(17m)程度離れれば収束傾向を示した。図-2.2 に天端沈下・内空変位の経時変化図(S-STA3)を一例として示す。

(2) 地中変位測定とロックボルト軸力測定(計測 B)

地中変位測定とロックボルト軸力測定は、トンネル周辺の地山のゆるみ範囲と軸力の分布状況から、トンネルの安定性と支保効果を確認するために実施した。測定箇所は 1 断面につき 5 箇所である。ロックボルト軸力は、2, 3 の測点で許容値を超えるものもみられたが、全般的には安定した挙動を示した。

(3) 坑外地中変位測定

坑外地中変位測定は、トンネル掘削前の初期状態からの地山変位の経時変化および変位量を把握し、トンネルの安定性を評価するために行った。測定は南側トンネルの標準部の終点付近の位置に、地上から行ったボーリング孔に建て込んだケーシング内に測定器を挿入して、X(トンネル軸直角方向)成分、Y(トンネル軸方向)成分は 50 cm 間隔、Z(鉛直方向)成分は 100 cm 間隔でボーリングの全長にわたり岩盤の 3 次元の変位を測定した。図-2.3 に坑外地中変位計測位置図を示す。図-2.4 に N0.2 孔(計測断面 S-STA3 の天端位置)の最下端測点の Y 方向と Z 方向の経時変化図を示す。また、図-2.5 にその Y Z 方向合成変位図を示す。

図-2.5 に示すようにトンネル天端付近では 40° 勾配のトンネル軸に対してほとんど直角方向(断面方向)に変位を生じていることが分かる。N0.1, N0.3 孔においてもトンネル軸直角方向(X 方向)変位が卓越しており、40° 勾配の本トンネルでは、土被りは浅いが応力解放は断面方向が支配的であったと考えられる。また、切羽到達前に生じた変位量と最終変位量の比率(先行変位率)の推定を N0.2 孔の Y, Z 方向変位の経時変化をもとに行った。一般的な水平トンネルの先行変位率は 30~40% と言われているが、本トンネルでは天端付近で約 48% という結果を得た。表-2.1 に先行変位率算出表を示す。

表-2.1 先行変位率算出表

位置	切羽	Bor. No.	累積変位量 (mm)		先行変位率 (%)
			計測点掘削日	最終変位量	
天端	上半	2	$\delta_y=7.9$ $\delta_z=6.7$	10.2 $\delta_y=13.0$ $\delta_z=17.1$	21.4 47.7

3. まとめ

本計測により得られた知見および特徴的なことを以下に示す。

- ①トンネルは40° 勾配であり、掘削形態も上半はトンネル断面に平行に、下半は水平にそれぞれ掘削されるというように変則的であったため、計測断面に対する掘削の影響期間は比較的長くなったが、変形等は掘削進行にほぼ対応して生じ、概ね切羽が2D (17m) 程度離れば収束傾向を示した。
- ②トンネルの変形は3次元的なものと考えられるが、トンネル軸直角方向の変形が支配的であった。
- ③今後、3次元解析や亀裂の卓越方向、粘土シームの厚さなどの不連続性を考慮した解析等も検討に加え、地質状況に則したよりきめ細やかなシミュレーションも考慮に入れる必要があるものと考えられる。

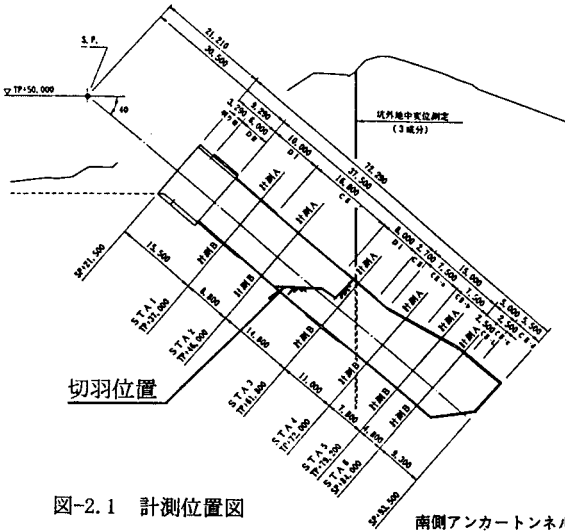


図-2.1 計測位置図

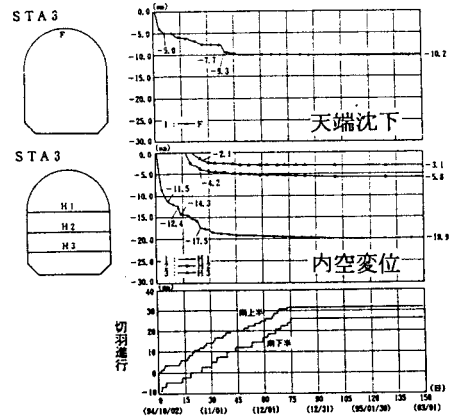


図-2.2 天端沈下・内空変位経時変化図

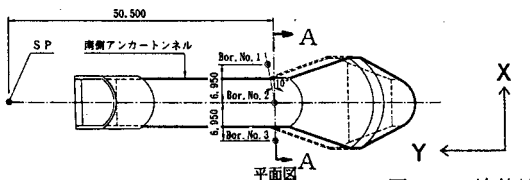


図-2.3 坑外地中変位計測位置図

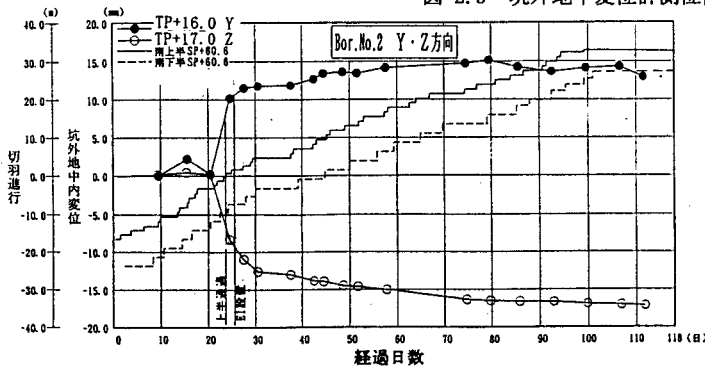


図-2.4 Y・Z方向経時変化図 (NO. 2 孔最下端測点)

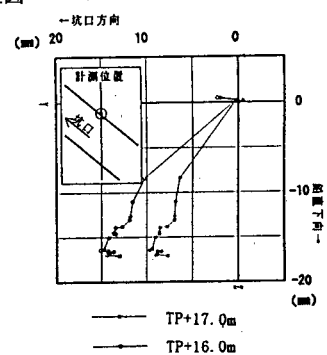


図-2.5 YZ方向合成変位図 (NO. 2 孔)