

## 第 49 条 水抜き管

湧水のある場合、覆工に水圧がかからないようにするためには、覆工に水抜き管を埋込むよう、あらかじめこれを設計しておかなければならない。

【解 説】 覆工背面に湧水が滲水すると、強大な地下水圧が覆工に作用することとなり、強度上好ましくないばかりでなく、望ましくない箇所からの漏水を生ずることとなる。掘削施工時に湧水のある箇所では、これに対する処置として第 54 条 に述べるような排水工を設計するのであるが、覆工施工前にはたいして湧水がないように見える所でも、覆工後の水位の復元により漏水を生じてくることが多いので、覆工には側壁下部などにあらかじめ十分な口径を有する水抜き管を適当な間隔に入れるよう設計しなければならない。

トンネルの内側から水圧の働らく圧力トンネルの場合などでは、施工中は水抜き管を設けるが、覆工完成後閉塞したり、あるいは特殊なバルブを設けた例もある。

## 第 7 章 覆工背面への注入

### 第 50 条 注入の計画

アーチ背面と地山との間には空隙を生ずるので、地質の悪い場合、かぶりの薄い場合および水圧のかかる場合などでは、モルタルその他による注入をあらかじめ計画する必要がある。

【解 説】 覆工、特にアーチ上部と地山の間は、どんなに注意深く施工しても空隙を生ずるのが常態と考えなければならない。特に、支保工に縫地や掛け矢板による矢板工を施した場合などでは、地山と覆工の密着はさまたげられて相当の空隙となっているもので、そのままでは主働土圧を均等に分布させることや、受働土圧を有効に働らせることなどが十分には期待できない。

したがって、トンネルはすべてモルタルその他の注入によって、地山と覆工背面の間の空隙をできるだけ充填しておくことが望ましいが、地質が良好な場合これを省略しているのが現状である。

地山と覆工背面の空隙を充填することは、掘削の影響を受けた地山において、ゆるみが長期にわたって表面から内部へ進行し、荷重の増加となるのを防ぐうえにも効果がある。地質により膨張性あるいは流動性の土圧をおこす場合にも、地山と覆工背面をすかせたり、緩衝材をはさんだりするより、むしろ地質に悪い影響を与えないような注入材料及と工法を

選んで十分な裏込め注入を行なうことの方が有効である。

注入を効果的に行なうためには、あらかじめこれを工事計画や設計の中に含めて、当初から十分考慮を払っておく必要があり、場合によっては **第 48 条** にいう巻厚の設計とも総合的に考えるのが得策である。

ここに述べた覆工背面の空隙充填のための注入のほかにも、地山や岩盤の固結強化、水みちの閉塞などのために、直接覆工裏の地山の中に注入を行なうこともある。

### 第 51 条 注入の設計

注入の設計にあたっては、十分空隙が填充されるよう、注入材料、配合、注入孔の構造や配列などを定めなければならない。

**【解説】** 注入には、注入材料、使用機械、注入圧力などから各種の方式があるので、空隙や背後の地山の状態、注入施工の条件などに応じた適切なものを選定し、あらかじめこれに対する所要の設計を行なっておく必要がある。

注入材料としては、乾燥砂や豆砂利などを用いることもあるが、一般にはモルタルが用いられる。モルタルは注入作業時の分離、特に固形物の沈殿が少なく、また注入後の体積収縮がなるべく少ないものがよく、このため配合材料の中に各種の混和材料を加えて、モルタルの性質の改善が試みられている。覆工背面への注入材料の強度は、コンクリートと同等の強さは不要であって、注入後の状態で  $10 \text{ kg/cm}^2$  程度が期待し得ればよいと思われる。

このような観点から、単純なセメントペーストあるいはモルタルにかえて、フライアッシュや陶土、酸性白土などを用いてセメントの節減をはかり、あるいは AE 剤を混入して流動性を増加させたりした例も多いが、最近発泡剤を用いて 20~80% の空気量を連行させ、砂を用いないでセメント量を  $250 \text{ kg/m}^3$  程度に減じた注入材料も使用されている。

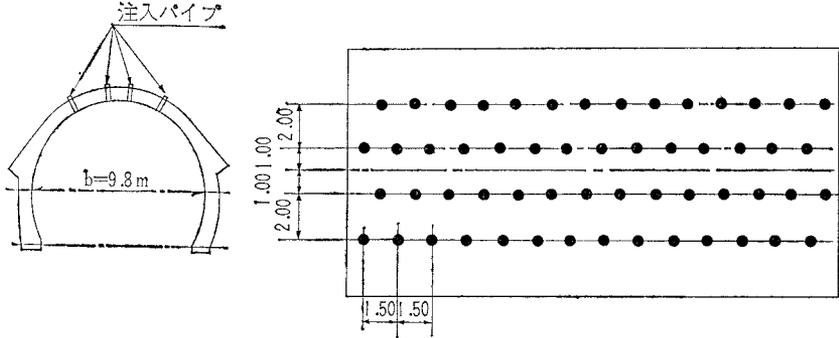
注入管は、覆工完成後に削岩機でせん孔して設置することもあるが、掘削作業時に地山や支保工、特に矢板などの状態を確認しておき、覆工コンクリート打設の時あらかじめ埋込んでおくことが注入の効果を上げるのに有効で作業の能率もよい。この際、注入管の位置や間隔、配列のいかんなどは注入量、ひいては注入の効果に差異を生ずるものである。

また注入管は注入確認用の穴としても必要であるから、将来注入を行なう穴のほかなるべく多く設けておくのが望ましい。また注入の効果をあげるためには、1 回だけでなく、2 回以上にわたって注入を繰返すことも有効である。

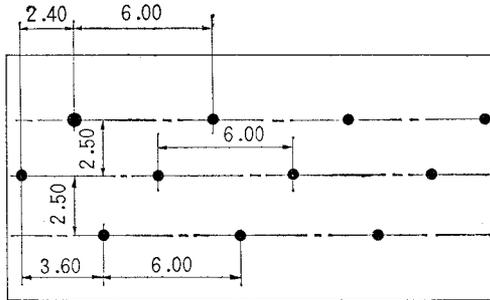
**解説 図 52, 解説 図 53** は注入管の配置例および注入管の構造の一例を示す。

解説 図 52 注入管の配置例 (単位 m)

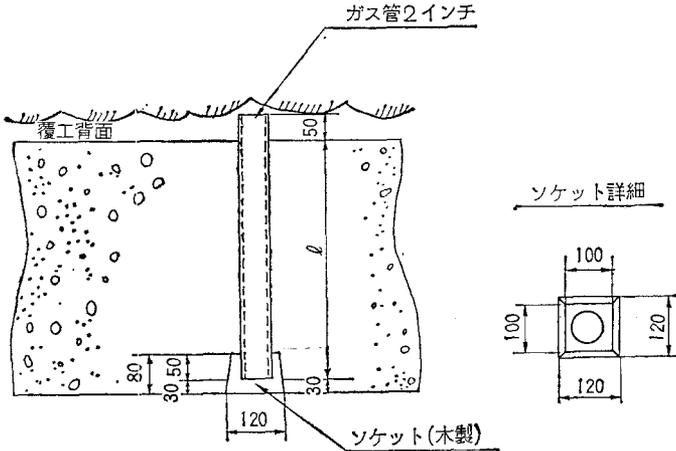
(a) 国鉄新幹線第1熱海トンネル  
 (トンネル延長 1m 当り平均注入実績 11.0 m<sup>3</sup>)



(b) 国鉄新幹線由比トンネル  
 (トンネル延長 1m 当り平均注入実績 6.8 m<sup>3</sup>)



解説 図 53 注入管の設計例 (単位 mm)



## 第8章 その他の設計

### 第52条 坑 門

(1) 坑門は、坑口を防護し、変位沈下などを起さないよう、また美観も考慮して設計しなければならない。

(2) 坑門は、土留壁に準じて設計するものとする。

(3) 坑門の位置は、背後の地形、地質、基礎の支持力、接続する土留壁との関係などを考慮して、適切な位置を選定しなければならない。

【解説】(1) について 坑門は、地表斜面の落石、崩壊、雪崩および出水などから坑口部を守るためのもので、坑門自体が変位沈下などを起さず、力学的に安定したものであるとともに外観についても考慮を払う必要がある。

(2) について 坑門に作用する外力は、一般にトンネル軸方向の土圧であり、土留擁壁として設計する。

(3) について 坑門位置の選定にあたっては、背後の地形、地質、基礎の支持力など