

Ⅳ-41 トンネルの裏込注入について

国鉄 新幹線工事監査役 正会員 工博 坂本 貞雄

1. まえがき

トンネルの変状、或は崩かいの原因を調査してみると、建設当時に、アーチ部覆工の背面と、地山との間に、大きな空隙を残し、これが長年月の間に、地山のゆるみを増大させていると思はれるものが多いので、充分な裏込の必要な事が痛感される。

トンネル工事にあたっては、覆工背面と、地山との間は、空隙を残さない様施工することを規定しており、又、覆工厚の算定は、受働土圧を期待することで成り立つてゐるのであるが、実際問題として、覆工に先立ち、又、覆工と同時に、アーチ覆工の上部の裏側まで、受働土圧を期待出来るまで充分に填充する事は、施工上不可能である。

而も、裏込注入が、よほどの地質の悪いところ以外に、設計、施工されてゐない現状では、腐丘にもとづくアーチ部突き上げによる変状は、トンネルの大きな弱点である。従つて、この弱点を取り除くためには、覆工施工後、裏込注入を行う以外に方法は無いのである。本文は、東海通新幹線建設にあたり、静岡幹線工事局が担当した、新丹那始め、28ヶ所、総延長、約 40 km のずい道工事で実施した、注入につき、述べたもので、裏込注入を、充分に、しかも経済的に施工するために重ねた工事の変遷、特に、最終段階で使用した、発泡剤入りモルタル、さらに、裏込注入が充分に施工された場合の、トンネル覆工厚との関連について述べたものである。

2. 注入計画

裏込注入は、覆工裏と、地山との間の空隙を充分に填充するのが目的であるので、注入圧力は底左とし、 5 kg/cm^2 とし、1) 地質の悪い所、2) 土液りの少ない所、3) トンネルの地形の容ぼうが尋常でないところ、4) 坑口付近に施工した。

又、地山注入は、地山の中のせまい隙間を充填するのが目的で、注入圧力は、最高 15 kg/cm^2 とし、地質の特に悪い区間に施工した。従つて地山注入は、裏込注入をしてから、施工した。注入孔は、トンネルアーチ覆工部に、50 mm 鉄管をトンネル延長 6 m 当り、3ヶ所を、千鳥りに埋め込んだ。尚注入作業が、連続して出来る様注入ポンプを用い、注入材料はモルタルとした。

3. 注入材料

裏込材料は、地山と同程度の強度が得られ、ば良いのであるから、豆砂利、砂を用いる事もあるが、静岡幹線工事局で用いたのは、モルタルで、その配合は、表-1、の通りである。発泡剤としては、主として、ライオン油脂の、グラリオン、10.49、10.50、を用いたが、工事の最終段階に於ては、麻生フォームフリートのマールP、を使用した。尚、湧水地帯では、昭和化工のアスファルトモルタルを試用した。

4. 注入量

トンネル総延長、40^k 419^m の中、裏込注入施工延長は、6136^m、注入量

は、 $52,155 \text{ m}^3$ で、トンネル延長 1 m 当り、 8.5 m^3 とふつた。又、地山注入施工延長は、 345 m 、注入量は、 1438 m^3 で、トンネル延長 1 m 当り、 4.2 m^3 となつた。

5. 注入単価

注入単価は、材料費、労務費、にもよるが、第一熱海、丹那、用宗、各トンネルの実績は、表-1 の通りである。

6. 裏込注入と、トンネルの設計との関連について

裏込注入量を、トンネル延長 1 m 当り、 8.5 m^3 とし、注入単価を、 1 m^3 当り 6300 円とすると、注入に要する金額は、トンネル延長 1 m 当り、約、 $54,000$ 円となる。覆工厚、 70 cm で裏込注入をしないものと、覆工厚、 50 cm 、 40 cm で、裏込注入を、充分にした場合の、工事費の比較を、国鉄新幹線、複線型トンネルについて、算出してみると、表-2 の通りとなり、裏込注入したものは、しないものより、はるかに強度的に丈夫であるのに、工事費は特に増大せず、後者が、前者に比し、有利であると思はれる。

7. 結 語

- 1) 裏込注入量は、新幹線静岡幹線工事局の実績によると、トンネル延長 1 m 当り 8.5 m^3 とふり、在来の例に比し、非常に大きい値を示した。
- 2) 裏込注入剤としての、発泡剤 フォームフリート（末岡マールケミカル社、マールP）入りモルタルは、注入作業が容易で、且つ注入単価は、 1 m^3 当り、 6000 程度で、在来のモルタルに比し、相当安価であり、魅力あるものと思はれる。
- 3) 裏込注入が、充分に入つてゐるか、否かは、トンネルの強度に、重大な関係がある。従つて、トンネルの設計に當つては、覆工の厚さを決めるだけでは、不充分であつて、支保工と共に、裏込注入も、設計に加ふるべきで、裏込注入をする事により相当覆工厚を減らし得ると思はれる。

本注入の試験及び実

施に當つては、信濃川工事局の小寺鶴氏並びに、静岡幹線工事局の足立貞彦氏、大田皎一郎氏、を始め工事を担当された方々の多大の御力をいただいたものである。

（注、表-2、中、支保工は、 $57,000 \text{ 円/トン}$ 支保工間が 1.2 とした）

表-1. 配合 及び単価表 1 m^3 当り（昭和38年）

材 料 種 別	セメント kg	ポツポツ kg	砂 kg	微粒砂 kg	発 泡 剤	強度 628	単 価
1:3 モルタル	400	—	1200	—	グラリオン 10.49	30	10,500
1:4 モルタル	250	—	1000	—	グラリオン 10.50	20	8,300
フォームフリート	250	—	—	250	マールP	20	6,300
ポツポツモルタル	—	760	—	740	—	—	51,600

表-2.

国鉄新幹線、複線型トンネル、 1 m 当り工事費（昭和38年）

覆工厚 cm	支保工 mm	掘さく		コンクリート		支保工	注 入		合 計
		m ³	円	m ³	円	円	m ³	円	円
70	200×200	81	324,000	18.0	144,000	38,000	—	—	510,000
50	200×200	76	304,000	13.0	104,000	37,000	8.5	54,000	500,000
40	200×200	73.5	294,000	10.5	84,000	36,000	8.5	54,000	470,000