

アメリカに於ける道路隧道について

関門国道 松 尾 寿 一

1956年5月5日日本を出発10月7日迄5ヶ月間アメリカ各地を歴訪し道路隧道を主として見学する機会を得た。

以下に於ては時間の関係上隧道建設の場合必要な事項の内見学期間中特に興味を惹いた点につき報告する。

(A) 掘鑿

山隧道に於ては殆んど地質状況が許す限り全断面掘鑿工法が用ひられ、又支保材としては Steel Support, 若くは Roof Bolting が用いられて居る。

(1) Steel Support

Steel Supportは我國に於ては最近各地の隧道に於て使用され又関門国道トンネルに於ても海底部断層破碎帯に於て使用し良好なる成績を収めた。その施工方法も同様であり Steel Support の設計方法も各地共 "Rock Tunneling with Steel Support" R.V. Proctor, M.E. に依り行つて居る現状である。

(2) Roof Bolting

地質状況が許す限り Roof Bolting が Steel Support に比べて変りつつある。

Roof Bolting 自体については Slotted type bolts と Expansion Shell type bolts, 2種が隧道に於て主として用いられて居る。之等2種の優劣については色々各地で意見が異つて居るが、Bureau of Mines の意見は Slotted type bolts の方が確実性があるとして居る。

しかし乍ら Cost の点では Expansion shell type の方が低

廉であり Slotted type から Expansion shell type に移行しつつあると云うのが現状である。

(3) 隧道の支払線（余掘）について

岩石隧道に於て支払線を如何に決定するかと云う問題は興味ある事項であるが又その決定は最も困難な問題である。

アメリカに於ても各隧道に於てまちまちであり一貫した理論はなく専ら経験に依り決定して居る。

一般の岩石隧道では支保工裏面より 9"~13" の余掘を認めその線を支払線として居る処が多い。

(B) 覆工 コンクリート

(1) コンクリートの運搬

大都市 (New York, Chicago, etc.) に於ては隧道工事現場に Batch Plant の設備なくコンクリートはコンクリート専門の製造会社に依り トランジットミキサー等に依り運搬されて居る。

(2) 隧道コンクリートの打設方法

コンクリートポンプ、若くはコンクリートプレーサーが使用されて居るが之の二つの方法の利害得失については色々と相違した意見があった。

問題点は工費を別にすると Placer に依る打込の場合には掘鑿面と覆工裏面間の Void が Pump 使用の場合に比し相当大に成ると云う事、特に Steel Support 使用した場合に之の現象が著しいと云う点である。

(例 - 1. Delaware Aqueduct, 10~15' finished dia, 長さ 34,544' に於て Placer を使用しコンクリートが打設されたが、その後 Arch crown に 84ヶ所 boring しその測定結果に依ると Void は 0~12" 迄変化し平均 5" であった。)

その為め Bureau of Reclamation 関係の隧道では原則として Pump の使用しか認めて居ない。 他方 New York Board

of Water Supply では殆んど覆工コンクリートは placer を用いて施工され Void は注入を以て完全に填充すると云う考へを取つて居る。

(3) 覆工コンクリート及び配合

道路隧道の覆工は殆んど異形鉄筋を使用した鉄筋コンクリートに依り施工されて居る。隧道内の覆工には Expansion Joint は存在せず Construction Jointのみである。

Construction Joint 間の長さは各隧道に依り相違するが大体 50'~75' 程度で Arch, Side wall, Invert 及 Roadway 等の Construction Joint は原則として一致した箇所に造つて居る。

コンクリートの配合については $\phi 28$ で 3000 psi (210 kg/cm^2) から 3500 psi (345 kg/cm^2) 程度を祖い最大骨材寸法は大体 pump 使用の場合 1½", placer 使用の場合で 2" 程度である。Slump は Arch, Side wall に対しては 5'~7', Invert, Hanch, Slab 等に対しては 2'~4' 程度のものを使用して居る。

(4) 鉄製移動型枠 (Steel Form)

Telescoping Type 若くは云に準じた考へ方の Form が多く使用されて居り Non-Telescoping Type 若くは木製型枠は殆んど私の見た範囲では使用されて居なかつた。

Form 自体の設計については当開門と比較した場合、技術的に何等遜色は無いが Form の Bracing の方法には色々と工夫が凝されて居り又道路隧道では殆んどがタイル仕上の関係上予め側壁型枠面には 3/16" の Rod を最大間隔 4' を以て配列しタイル張りの場合のボンドの増大につとめて居る。又天井板にタイルが張られる場合には型枠上にタイルを列べ之の上にコンクリートを打つ様にして居る莫周知存用意が感じられた。

(5) コンクリートの打設速度

Hampton Road Tunnel (Trench) の例に依ると最大1日
600 cu. yds程度のコンクリートを Rex "200' double Pumpcrete
に依り施工して居る。

(C) 注入 (Contact Grouting)

所謂裏込注入は各地に於てその考へ方、方法に於て著しい差がある様に感じた。私の見学した範囲では New York Board of
water Supply が最も合理的な考へ方、方法をして居る様に思われるので以下之に就いて述べて見る。

(1) 裏込注入の基本的考へ方

通常 Low Pressure Grouting (100 psi 迄) と High pressure
Grouting (250~500 psi) に分けて考へて居る。

Low pressure Grouting に依り注入した場合 Grout の配合如何に依り大体 5%~37% 程度の Shrinkage (Volume に依り) を生ずる。

之の Shrinkage に依る Void を High pressure grouting に依り充満すると云う考へ方である。従つて Grout の配合を決定する場合、配合強度、フロー (大体 13 sec 前後) と共に Shrinkage の出来る丈少く配合を使用すべく努力して居る。

又注入に當つては注入中の pipe に先行して Vent pipe を必ず Void 部の頂部に設置し、空気抜き若くは圧力抜きに利用し Low pressure で成るべく多くの注入を行い得る様 (完全に Void を充満する様) 努力して居る。

(2) 注入順序

普通隧道には縦断勾配がついて居るが之の場合縦断的に見て最低地より逐次注入を固めて行き、又横断面で考へた場合にはインバートより開始しアーチに及ぶのが最も好結果を得て居る様である。

3) 配合

Low pressure Groutingでは砂、セメント、フライアッシュ、水等の配合のものが原則として使用され、配合は一定の物を用い工事途中に於て配合を変える事は原則として行つて居ない。唯 Bureau of Reclamation では砂を除いた配合の物のみを使用した例もある。

之の理由は主として砂の混合に依る注入機械の損傷が著しく Smooth な注入が困難であると言う事實に基いて居る。

High Pressure Grouting はセメント、フライアッシュ、水等の配合のものが使用され、配合については一定配合を用いて居る箇所と Void の状態に依り変化して居る処があつた。

4) 注入機械

注入機械は殆んどが Gardner - Denver Type の物が使用されて居る。注入機械の選定の問題は寧ろ Gardener - Denver Type の各種の Type の内何れを選ぶかと云う筈に問題はしづられて居る。

