

【報 告】

関門海底道路トンネル

—完成に際して—

中 尾 光 信*
上 ノ 土 実**
住 友 彰***

要 旨 この報告は、海底道路トンネルとして、世界最長を誇る関門海底道路トンネルの工事について、前報告にひきつづき、未報告分をとりまとめたものである。

1. 試掘トンネル（調査工事）

昭和12年5月14日から14年4月26日に試掘トンネルが貫通するにいたるまでを調査工事とよんでいる。地塊運動調査、地上よりする垂直方向の試錐工事なども行われたが、工事の主体をなすものは、試掘立坑および試掘トンネルの掘削であつた。下関および門司の両地点に内径5m、深さそれぞれ63m、57mの立坑をおろし、その底部から両立坑を直線で結ぶ幅2.2m、高さ2.2mの試掘トンネルを掘削した。このうち下関立坑から140~270mの間は、硯石系統の変成岩(ホルンヘルス)および珩岩の層に、直交、斜交の断層が錯雑し、いわゆる断層破砕帯をなしていた。セメント注入をくりかえすこと21回、注入したセメントの量は1500tにおよび、その掘削には難航した。この試掘トンネルの掘削によつて、予想外に地質が不良であることがわかつたために、本トンネルの掘削に当つては、その深さを約12m下げることにした。

2. 本工事の着手から終戦まで

着工のはじめは試掘トンネルの巻立、ポンプ室の整備、工事機械の設備などですどし、15年5月から海底部の掘削にとりかかつた。年度予算額が少なかつたこと、すでにその頃から鉄、セメントなどの資材を入手することがむづかしくなつてきていたことも原因し、とくに海底部の頂設導坑の掘削に力を注いだ。試掘トンネルから5カ所で水平連絡坑をいれ780mの間を分割して作業面を増やした。試掘トンネルと同じく下関断層帯はセメント注入をくりかえし、17年5月31日に導坑を貫通させた。門司側400mはホルンヘルスで堅硬な岩質であつたので、頂設導坑が終つたのち、さらに6m下に底設導坑を掘削し、試掘トンネルの中央部のサンプルと連絡した。門司立坑から50mの区間だけ上半部の切掘げを行い、工事再開までおよそ10カ年の間覆工しないままでおいた。

17年以降鋼材、セメントはもちろんのこと、木材の

* 正員 日本道路公団関門国道管理事務所長
** 正員 建設省九州地方建設局長
*** 正員 建設省九州地方建設局関門国道工事事務所長

類にいたるまで入手することが困難となり、工事はいきおい導坑掘削のごとき小規模なものに限らざるをえなかつた。海底部の導坑が貫通したのは陸上部の底設導坑の掘削に力をそそぎ、19年12月30日に最後に残されていた下関側で全線の導坑を貫通させた。20年春にいたつてこの導坑を切り抜け、自動車を1台だけ通そうとする目的で工事の準備が進められているうちに終戦になつた。

3. 27年春工事が再開されるまで

終戦の年すでに6年を経過し、当初の予算額1700万円の約90%を支出していたのであるが、戦時中の物価の騰貴など不利な条件に禍いされ、トンネルは導坑が貫通していた程度であつた。21年秋までの1カ年間は、戦災によつてほとんど焼失してしまつた施設の復旧を、当時なお不利な状況のうちに進めた。21年秋から敗戦後の困難な経済状況もさることながら、占領軍の指示もうけて、工事は中止に近い現状維持を27年春の工事再開をみるまでつづけた。これらの間に施工したおもなものについて述べてみる。

海底部においては下関立坑から110mの岩質のよい区間を全断面に切り抜け一次覆工を終えた。門司側は頂設導坑から丸形の切り掘げをすませ、アーチの一次覆工をすませた。下関側の地質が不良な区間は、いつ工事を再開するかわからなかつたので、その間に地盤をゆるめないために導坑をコンクリートで巻立てて固めた。陸上部の導坑については、腐朽し、ゆるんだ支保工は逐次とりかえ補修し、また門司口の土砂部分は導坑をコンクリートで固めた。しかし下関口の風化地帯ではついに支保工がゆるみ導坑が埋没してしまつた。ありとあらゆる不利な条件にとりかこまれながら、いつはじめられるともわからない年月を、再開をただ一つの望みにかけて小さきぎみに工事をつづけていたのであつた。

27年6月にいたつて道路整備特別措置法が制定され着工後13年にして、ようやく工事が再開されることになつた。

4. 有料道路として再開後の工事

海底部は掘削からコンクリート二次覆工まで、陸上部は下関立坑から450mの間の覆工までを直管工事とし、その他のトンネルおよび立坑の工事はすべて請負工事とした。当初、有料道路として5カ年計画31.5億の工事

費ではじめられたのであるが、そののち物価の変動、設計内容の変更によつて 30 年 4 月に 6 カ年 50 億円に増額変更された。

5. トンネルの掘削

(1) 下関口におけるルーフ シールド²⁾

下関口 44 m は開削工法で施工した。それより奥は軟弱地盤にたいする工法で掘削をはじめたが、予想外に地盤が悪く施工不可能となつたので、各種の工法について比較検討をした結果、ルーフ シールドを採用することに決定した。

このルーフ シールドの特長としては、覆工に場所打ちコンクリートを使用したことである。したがつてシールド推進のさいの約 500 t(設計では 920 t)に達する反力をうけさせるため、鉄筋コンクリートで作つたプッシュロッドを覆工コンクリートの中にうめていつた。シールドの全幅は 11 522 mm, 全高 4 219 mm, 全長 4 550 mm(うちフッド 1 170 mm, ボデー 1 730 mm, ティル 1 650 mm)である。スキン プレートは 22 mm 板 2 枚からなり、内径は 5 500 mm である。ボデーの主桁の高さは 1 480 mm, ローラー承桁は I-350×150×12.2 本よりなる。推進用ジャッキは出力 92 t のもの 12 コを装備したが、このうち拱頂付近の 2 コは、コンクリート施工に支障となつたのでとりのぞいた。ジャッキのストロークは 1 110 mm であつたが、1 回の推進長としては、800 mm をとつた。水圧機は常用圧力 150 kg/cm², 最高圧力を 200 kg/cm² でシールドのボデーの中にとりつけた。ジャッキの反力をうけるため 4 種類のプッシュ ロッドを用いたが、径 155 mm 鉄筋コンクリート円柱が最も多く用いられた。シールドを支えるために径 90 mm, 長さ 400 mm のローラーを両側に 28 本入れた。ローラー ベッドには 400×25×1 100 mm の鉄板をシールドの前進とともに順次しきこんでいつた。

掘削に当つてはまづ側設導坑を掘り(図-1)、この中にシールドを進行させる基盤となる側壁コンクリートを打つた。とくに地盤がわるい 120 m の区間では側壁コンクリートの中に鉄骨または鉄筋を挿入して、シールドが載つたとき側壁コンクリートが折れないように注意した。進行は 1 日 2 推進, 1 カ月で平均 40 m を予定して

いたが、実際には 1 サイクルに 22~25 時間を要し、1 カ月平均 21 m ということになつた。進行したのちスキン プレートにあたる部分への豆砂利注入, モルタル注入は、一般のシールドの場合と同様のことを行つた。ルーフ シールドの設計は京都大学村山朔郎教授の指導によつた。

(2) 海底部断層帯の掘削

再開前の 26 年 9 月 16 日下関側海底部 307 m の位

図-1 ルーフ シールド

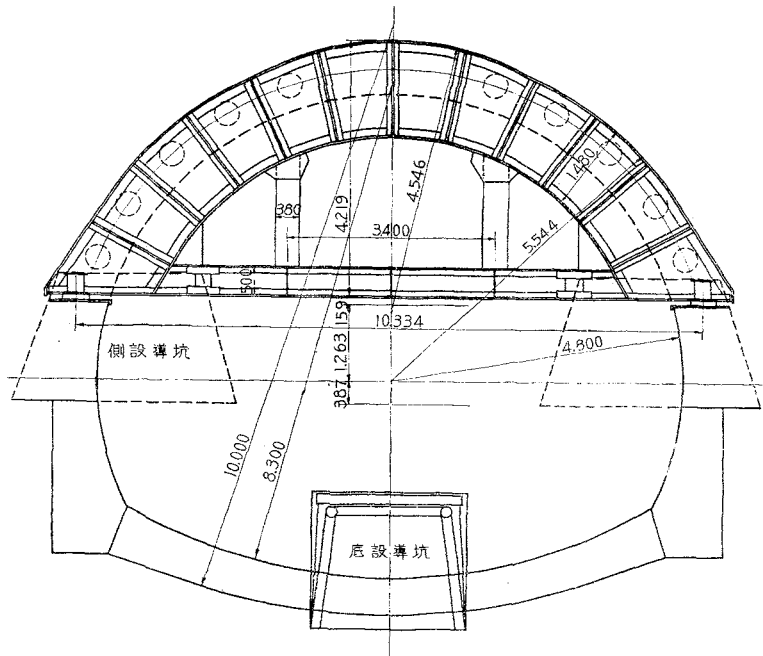
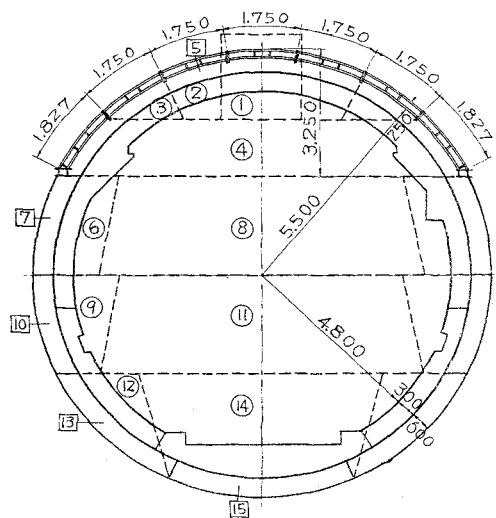
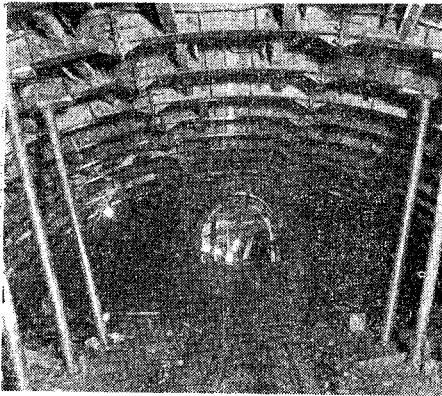


図-2 海底部断層帯における掘削および一次覆工順序



置においてのアーチ覆工にあたって、アーチ セントルに松丸太支保工をもちかえ作業中に、高さ 7m におよぶ落盤事故をおこした。断層破砕帯 134.5m の間においてこのような事故をおこすことは致命的であることから、鉄製アーチ支保工を 1m 間隔にいった (図-2)。溶接で I-250×150×9 の断面を製作し、使用した鉄材量は 1m 当り 1t である (写真-1)。この区間は頂設導坑の掘削当時、セメント注入をすませており、そのち地山のゆるみをふせぐ目的でコンクリートで仮巻をしていたところであつた。しかしそののちのゆるみも考えられたので、掘削に先立ち、掘削線より外周 10m までの範囲を注入した。注入孔 639 本で延べ長さは 5 827 m であり 243.4t のセメントを注入した。

写真-1 海底部断層帯を鉄製アーチ支保工で掘削



(3) 陸上部の鉄製支保工

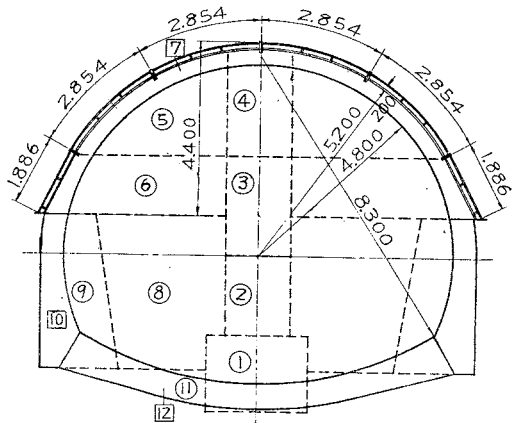
下関側の陸上部では 315m の間は I-200×150×9 で製作したアーチ支保工を使用し、そのあとのコンクリート覆工には移動型ワク、コンクリート プレーサーによる機械化施工を行った。

また椋野立坑前後の地質のゆるみかきはなはだしかつた 122.9m の区間にも鉄製アーチ支保工を使用した (写真-2, 図-3)。

写真-2 陸上部 315m 区間の鉄製アーチ支保工



図-3 陸上部の掘削および覆工順序 (アーチ支保工組立区間)



(4) その他の区間のトンネルの掘削

下関立坑前後の 250m は新喫式、その他の岩盤が比較的的良好であつた区間は底設導坑にずり柵をつり、これから中割を切り上りアーチを巻立てたのち、盤下げをして脚つけをする逆巻工法をとつた。全断面掘削法は工期工費などの関係から用いなかつた。

6. 海底部の二次覆工

海底部においては厚さ 40~60cm の一次覆工からのろろ水は、防水モルタルの施工によりふさぎ、なお注入管その他よりかたまつてでる水はパイプでインバート下の排水溝に導いた。そののち一次覆工の内側に厚さ 40cm の二次覆工を施工した。移動型ワクを使用しコンクリートポンプ、コンクリート プレーサーを用いて機械化施工をした (図-4)。

二次覆工が完了したのち覆工背面への裏込注入には、重量比にして高炉セメント 1, フライ アッシュ 0.5, 水 0.8, フロー値 13 sec のモルタルを注入した。注入管は二次覆工に 2in のガス管をうめこんでおき、これから試錐機または削岩機で穿孔した。天端の注入孔の深さは巻厚 80cm のカ所で 1.2m, 100cm のカ所で 1.5m, 落盤のあつたところで 3.2m を標準とした。注入機には 2 連複動横型を使用し、注入圧力は 7 kg/cm² におさえた。1m 当りの注入量は 1.06m³ となつている。

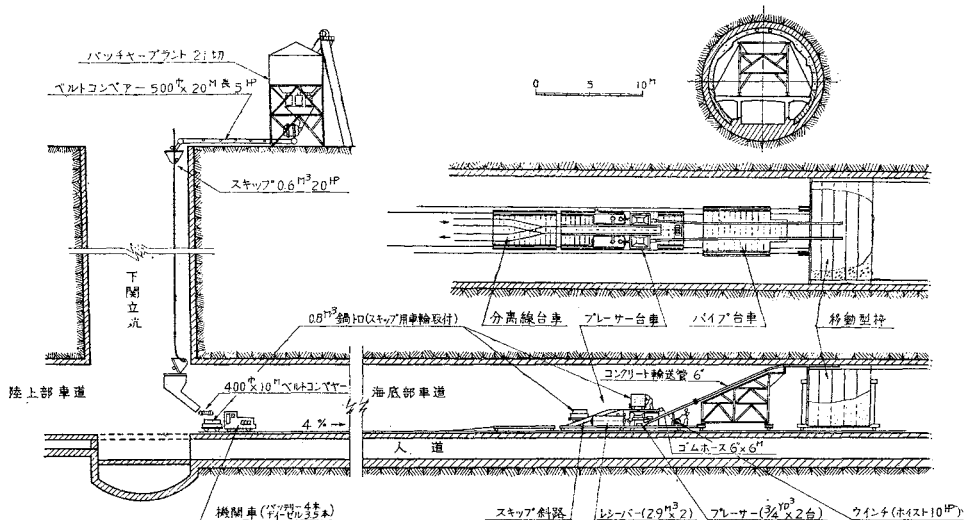
トンネルの施工法の決定、その実施にあつては九州大学渡辺寛治教授の指導をうけた。

7. 天井

車道天井は全線のうち場所打ちした 104m (両坑口, 下関, 門司立坑下) を除き 3 357.4m をプレストレストコンクリート版で施工した。

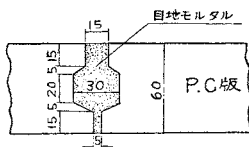
版の大きさは幅 495mm, 長さ 3 325mm, 厚さ 60mm で、これを端部支承と中央支承バリ (アーチのクラ

図-4 海底部二次覆工の機械化施工



ウに3m間隔に埋込まれた金具よりステンレスの吊棒で吊り下げられたZLS-130×130×9の間に敷並べた。目地はせん断抵抗力を高めるため図-5のようにし、目地詰めには小型パイプレーターを使用して硬練モルタルを十分に填充した。9mごとの排気孔の部分には開口(250×1000mm)のある版を用いた。

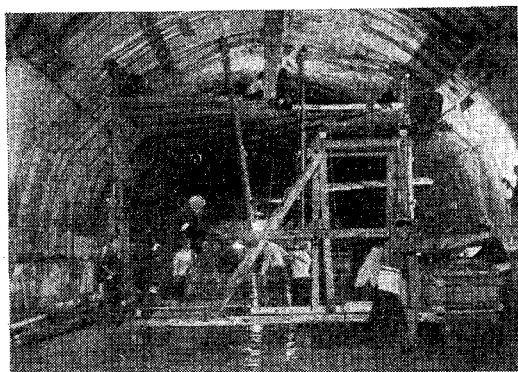
図-5 PC版目地詳細図



工事はピー・エス・コンクリートKKの請負で施工した。

架設の速さは中央支承バリの取付けを含めて1カ月300~400mで、版の架設には手動巻上機つき台車を使用して、坑内の通行止めをすることなく、かつ手際よく工事を進めることができた(写真-3)。

写真-3 PC版架設作業



8. 車道舗装

車道版の舗装は当初場所打ちコンクリートを考えてい

たが、縦断勾配が4%で、薄いコンクリートが打ちにくいこと、坑内他工事への支障が少ないこと、施工速度がはやいこと、将来の維持補修がしやすいこと、騒音が少ないことなどの点からアスファルト舗装にした。

床版面がろう水のため湿潤の状態にあつたので、アスファルトとの密着が心配されたが、幸い施工が乾燥期になされ、浸透力の強いクレオソート、タックコートを撒布したのでうまくいった。

モデファイドトペカ、グラニューラミクスチャー(滑り止め層をもつ2層式アスコン)、ワービットの3種について、昨年7月25mずつ試験舗装をした。

すべり試験では不利であつたが制限速度30km/h程度ではあまり差はなく、でき上りの美しさ、耐久性、防水などの点から、ワービット舗装とした。

舗装定規は図-6、配合は表-1のとおりである。

図-6 車道舗装

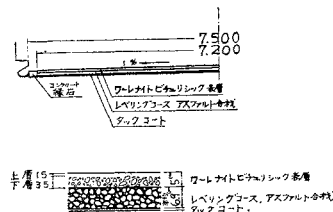


表-1 アスファルト合材配合表

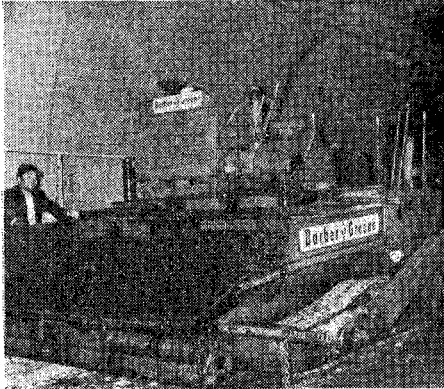
区 分	重量百分率(%)			
	粗骨材	細骨材	石粉	アスファルト
レベリングコース	65~75	16~26	3.5~4.5	4.5~5.5
ワーレナイトピチュ リニック 下層	55~65	22~32	6.5~7.5	5.5~6.5
上層	—	66~76	15.5~16.5	12.5~13.5

レベリング層は車道版仕上り面の不陸と各作業区ごと

の縦断勾配の調整のために設け、その最小厚を 2.5 cm、平均厚 6.9 cm とした。厚さが 7 cm を越えるものは 2 層にわけて施工した。

工事は日本舗道 K K の請負にて施工し、昭和 32 年 12 月 11 日より舗設を開始した。アスファルト プラント 20 t/h 1 基、15 t/h 1 基とフィニッシャー（バーバーグリーン）を使用した（写真—4）。

写真—4 バーバー グリーンによる車道アスファルト舗設作業



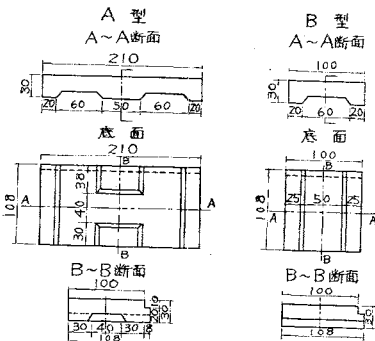
工事の順序は両端の縁石工を計画高に合わせて施工したのち、車道面を清掃、乾燥させ、ただちにクレオソートを散布しタック コートを施工した。舗設は海底部の最深部から下関口へ向いレベリング層を左右 1 車線ずつ下関口まで施工、その後同じ順序でワービットを舗設した。その後門司側も同じ順序により、トンネル全線 3460 m の舗設を 40 日間で終った。

ライン マークはポールスターを 3 m 間隔に貼りつけ両側に幅 15 cm の黄色線 2 本をペンキ塗装した（口絵写真 参照）。

9. 人 道

人道の床壁および床版（人道天井）は二次覆工下半部に引き続き、仕上り面を平滑にするために鉄製移動型ワクを使用して施工した。

図—7 人道ブロック詳細図



(1) 舗 装

床面がインバートになつているので、これを乾燥状態にするために、裏側に凹部のある 図—7 に示す特殊型のブロックを製作し、これを舗設して中央の最深部へ排水しうる構造とした。ブロックは銅製錬のさいに副産物として、でてくる銹滓を鑄造したもので菱光産業 K K 直島工場で作した。横断勾配は 1% で両端部はモルタルで施工し排水溝とした。

(2) 腰 壁

床面より 1.5 m まではクリーム色の磁器質三丁掛タイル (91×227 mm) を目地幅 9 mm で施工した。

(3) 塗 装

コンクリート面に直接ブラシ塗り 2 回を塗装した。型ワクの目違い、モルタルの突出カ所などは、ポータブルグラインダー (1/4 HP) で削り、気泡、豆板などはポリエステル樹脂のパテでうめた。

コンクリート用塗料には耐アルカリ性、防水性、耐候性などの諸性質が必要であるが、壁にはこのほか色調、光沢にすぐれ、汚れがつきにくく、かつ水洗のきく塗料を検討して、メタアクリル樹脂系の「メタラック C」（藤化成製品）を使用した。天井は直接車道版からのろう水を考慮し、セメント系水性塗料「ダイヤセム」（恒和化学製品）を使用した（写真—5 および口絵写真 参照）。

写真—5 海底人道（幅員 3.8 m、高さ 2.5 m）



10. 取付道路

下関口の本線取付道路は延長約 1090 m で長府国道に接続するが、下関、萩方面への道路にも連絡させるため 図—8 に示すラップ型の立体交叉とした。

下関一門司線が大まわりで約 1400 m もう回しているが、これは当時用地買収の関係上、在来の県道を利用し用地買収を最小限に食い止めたためである。

有効幅員は 2 車線で 7.5 m、1 車線で 3.5 m、路肩は 2 車線で 0.75 m、1 車線で 0.5 m になつている。横断勾配は 1.5%、本線の曲線での拡幅、カントなどは国道の B 級平地部によつている。

図-8 下関ラッパ型立体交叉

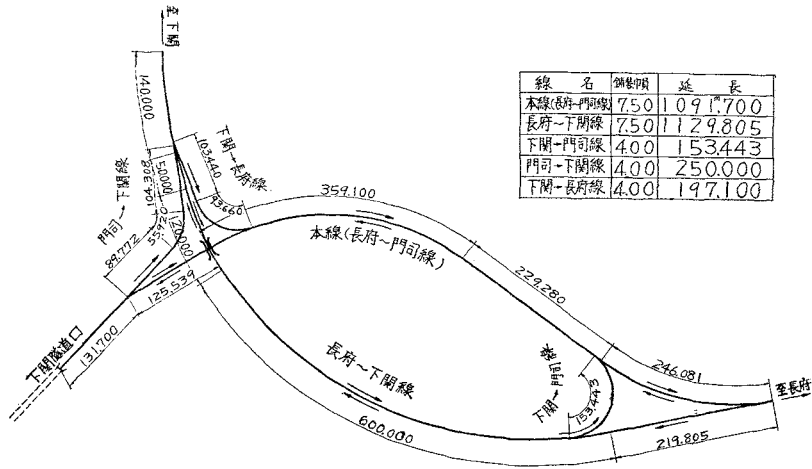


表-2 コンクリート配合表

区分	骨材の最大寸法	配筋強度	スランブの範囲	水セメント重量比	G/S	コンクリート 1m ³ に用いる材料			
						水	セメント	細骨材	粗骨材
セメント コンクリート 舗装	50 mm	325 kg/cm ²	2~3 cm	53.2%	1.81	170 kg	320 kg	695 kg	1 260 kg
ホワイト ベース	40 mm		2~5 cm	61.0	2.00	170 kg	278 kg	655 kg	1 312 kg

舗装はセメント コンクリート舗装、厚さは 23 cm で示方配合は表-2 のとおりである。

とくに必要と認めたところには、溶接金網 6 mm を表面より 6 cm の位置に入れてある。

路盤は割栗石で厚さ 20 cm とした。路床の悪いカ所は、ほかに下層路盤 20~30 cm を設け、とくに悪いところでは路床土置換えをした。

門司口の取付道路は延長 144 m で国道 3 号線に接続するが、この間に大きな下水道用暗キョが計画よりわづか下に斜めに交叉しているので、暗キョ外の所に厚さ 15 cm のホワイト ベースを施工し、これらの上にトンネル内と同じワービット舗装厚さ 6 cm をかぶせた。

11. 広場

車道口および人道口には、それぞれ広場を設けてある。広場には風致をよくするために植樹帯を設けた。

また蛍光水銀灯により平均照度 10~15 ルックスに照明してある。人道広場は門司、下関ともアスファルト マカダム舗装とした。

(1) 下関車道口広場

立体交叉橋の下部を利用してゲートをおき営業所、車庫がある。

(2) 下関人道口広場

下関立坑、エレベーター待合所、料金所、公衆便所、管理事務所、ファン点検所、自家発電所、記念碑がある。

(3) 門司人道口広場

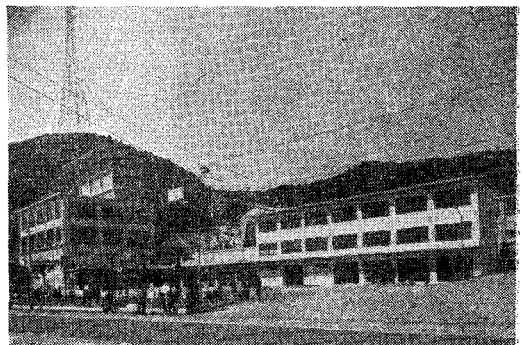
門司立坑、エレベーター待合所、料金所、公衆便所、慰霊碑がある。

(4) 門司車道口

坑門より 90 m の位置にゲートを設け上を歩行者用跨道橋にした。このほか営業所、車庫、公衆便所がある(写真-6 および 口絵写真 参照)。

写真-6 下関人道口広場

(左: 下関立坑, 右: 管理事務所)



12. 換気³⁾

換気的方式等については、前報告において述べたとおりである。送風機(写真-7)は内径 3 m、可搬部分の高さ 3.4 m、重量 16.5 t/台 という巨大な可変ピッチ軸流送風機である。風圧 30 mm 水柱で 67 m³/sec の風量

を設計点とし、最大機械効率 86%、風量 20~90 m³/sec の間で 60% 以上の効率を保持している。送気ファンは石川島芝浦タービンKK 排気ファンは日立製作所の製作である。

ダンパー（風路切替弁）は 7 組のヨロイ戸が開閉することによって、風量調節および送風機故障の際の風路の切換えを実施するものである。

写真-7 椋野立坑ファン

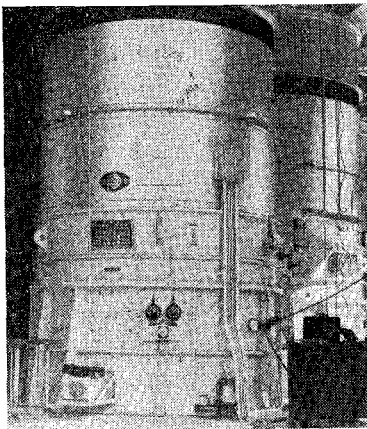
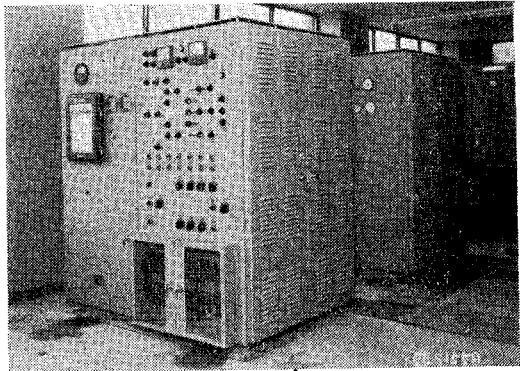
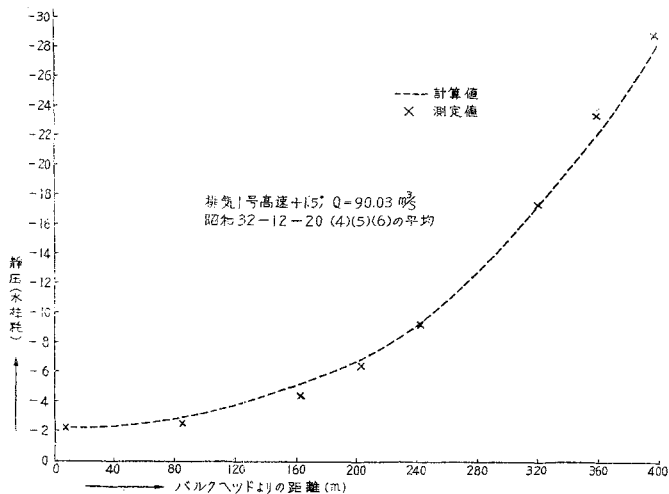


写真-8 CO 検出機



CO 検出機（写真-8）は、トンネル車道の空気を吸引し、その中の CO が触媒によって酸化し、CO₂ となる際に発生する酸化熱を電流に変え、濃度を指示し、記録するものである。

図-9 排気トンネルダクトの静圧分布 (S₀)



このようにして検出された CO 濃度に応じて、送風機の台数、回転数、羽根角度を変化することによって、必要最少量の空気を送気および排気するように設備されている。昨年 10 月より、4 カ月間にわたって、各段階の風量を実測した結果（表-3）は設計値とよく一致している。また、ダクト内の静圧曲線を、実測値と計算値と比較したものが 図-9 である。これもまた実用上さしつかえない範囲で、よく一致していることがわかる。

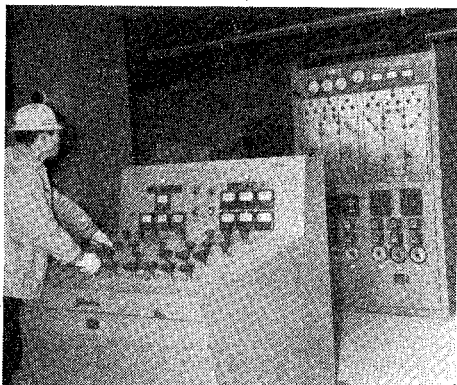
これらのことがらは、九州大学に依頼して実施した、模型実験の結果および、風圧計算の妥当性を、裏書きしているものである。

表-3 風量実測結果

立坑別 区分	椋野立坑					下関立坑					門司立坑					古城立坑				
	ノッチ番号	電動機 (HP)	動翼角度	ファン台数	風量 (m ³ /s)	ノッチ番号	電動機 (HP)	動翼角度	ファン台数	風量 (m ³ /s)	ノッチ番号	電動機 (HP)	動翼角度	ファン台数	風量 (m ³ /s)	ノッチ番号	電動機 (HP)	動翼角度	ファン台数	風量 (m ³ /s)
送気	3	20	+7°	1	78.0	4	20	+7°	1	69.95	4	20	+7°	1	77.5	3	20	+7°	1	73.3
	7	20	+7°	2	133.9	8	20	+7°	2	125.30	8	20	+7°	2	125.25	7	20	+7°	2	122.7
	9	40	+7°	2	178.5	9	40	+2°	2	148.15	9	40	+2°	2	160.40	9	40	+7°	2	168.2
						12	40	+2°	3	184.60	12	40	+2°	3	206.10					
排気	3	25	+1.5°	1	86.2	4	25	+1.5°	1	82.9	4	25	+1.5°	1	78.5	3	25	+1.5°	1	84.0
	7	25	+1.5°	2	144.2	8	25	+1.5°	2	140.8	8	25	+1.5°	2	144.2	7	25	+1.5°	2	134.6
	9	47	+1.5°	2	195.1	9	47	-5°	2	158.3	9	47	-5°	2	164.8	9	47	+1.5°	2	184.0
						12	47	-5°	3	194.1	12	47	-5°	3	199.5					

この風量段階の組合わせを操作するために、各立坑に立坑制御盤(写真-9)をおき、各機器の複雑な組合わせを自動的にCOメーターと連動して操作できるほか、手動あるいは各機器単独に操作し、かつまた表示されるようになっていた。

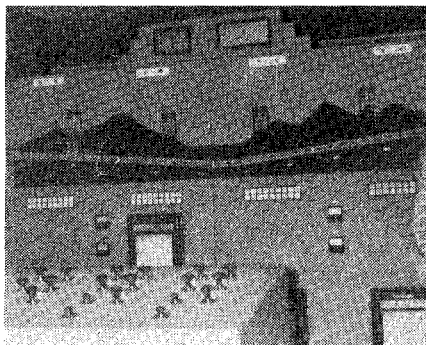
写真-9 立坑制御盤



このように、各立坑の換気設備は、それぞれに据付けられたCO検出機(現在は下関坑のみ据付完了)により、その指示にしたがって、おのおの独立して運転される方式である。これはトンネル全延長にわたって、COが一様に分布するとは考えられず、また各ダクトの抵抗によつて、各段階風量は少しづつではあるが変化することからである。

中央監視制御盤(写真-10)は下関立坑の中央統御室に設けられ、ランプ表示によつて各立坑の換気装置の状況が一目で監視できる。またテレメーターによつてCO濃度、換気ノッチ番号が表示され、かつ記録される。また火災等の非常の場合には、中央より各立坑の換気装置を操作できる。さらにこの盤には、火災報知機、交通信号の状況がランプ表示され、またサンプの水位が表示される。

写真-10 中央監視制御盤



各立坑において、送風機故障、CO濃度過大、排気温度過高、COメーター故障、停電等の事故がおこると自動的に警報がなり、ランプが点滅する。

なお本トンネルの換気設備については九大葛西泰二郎教授ならびに佐藤雄二助教授の指導をうけ、特に可変節軸流送風機とそのダンパーとの組合わせは世界で初めての試みであり、同教授の発案である。

13. その他設備

(1) 特殊車

交通の安全および維持のために、多くの特殊車を整備した。交通の安全のためには、故障車の索引用の救援車(レッカー、写真-11)2台、人命救援用の救急車1台および消防車2台がある。維持用としては洗滌車(写真-12)1台および清掃車(写真-13)1台がある。

写真-11 救援車(レッカー)

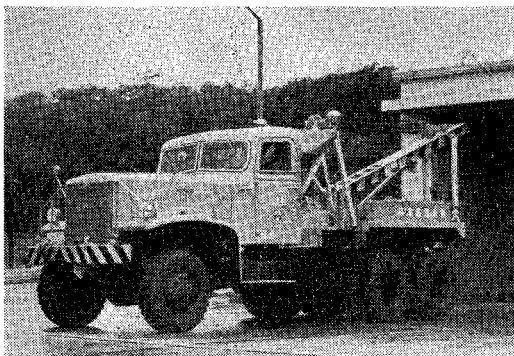


写真-12 洗滌車

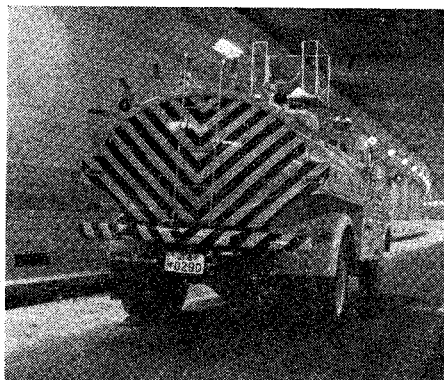
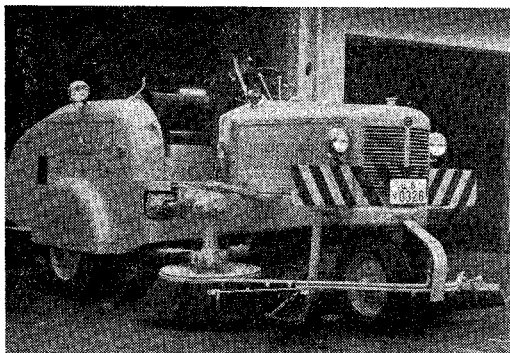


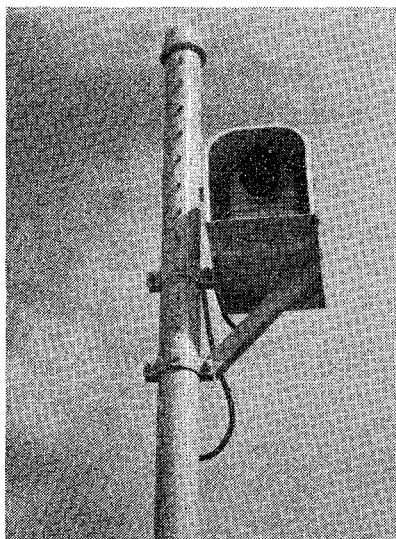
写真-13 清掃車



(2) 交通制御設備

交通車両の高さを 4.2m に制御するために、トルゲート前に、赤外線を利用した車高計を設けている (写真-14)

写真-14 車高計



また車両の重量を計量し、制限重量 (18t) を越した車は通行を禁止するために車重計がある。トルゲートおよ

びトンネル車道には、赤、青の交通信号を設け交通を制御し、操作は一括して下関立坑の中央統御室で実施する。

14. 結 言

今から 21 年前、海峡をはさんだ関門の両地に調査立坑をおろした当時は予想もしなかつた長い年月と、いくたのいきさつを経て去る 3 月 9 日に開通の日を迎えることができた。

この間に要した工事費は換算しておよそ 80 億円、これに従事した者延べ 450 万人におよんでいる。

今日この工事の完成を見ることができたことは、工事に関係した数多くの人々の不撓の努力によるものであることはいうまでもないが、長年にわたつて、かわりなくそそがれた各方面よりの御援助によるもので、衷心より感謝のことばを申しのべたい。またこの工事の完成とともに喜びあうことのできなかつた多くの犠牲者にたいして、心からなる哀悼の意をささげて、この工事報告を終ることとする。

参 考 文 献

- 1) 住友 彰:「関門海底道路トンネル」土木学会誌, 31-12
- 2) 住友 彰:「関門トンネルのルーブシールド施工報告」, 土木学会第 11 回年次学術講演会講演概要 (昭.30.5)
- 3) 伊吹山四郎:「道路トンネルの換気における一様分流管ならびに合流管の主管内静圧ならびに分岐管開度計算法」, 土木学会論文集, 第 47 号 (昭.32.8)

コンクリートパンフレット

15 号 コンクリート道路 (改訂版) 100 ページ

日本道路公団 樽井常忠氏執筆
名神高速道路愛岐建設所

昭和 31 年に改訂になつた土木学会のコンクリート舗装標準示方書および日本道路協会のセメントコンクリート舗装要綱に基づき初版を全面的に改訂増補したものでコンクリート舗装全般にわたり技術者向にわかりやすく説明してある。

54 号 コンクリート工作 96 ページ

京都大学教技 工博 近藤泰夫氏執筆

中学・高校用の教材としては勿論、簡易なコンクリートの工事や工作物を造る上に好適

近刊ノ コンクリートクイ 約 70 ページ

56 号 設 計・製 作・打 込
大同コンクリート工業 K.K. 綾 亀一氏訳

各号共 A・5判 1部 60円 十 10円
他号は省略、御一報次第図書目録進呈
全国丸善書店などでも販売中

月刊

セメントコンクリート No. 129

コンクリート骨材特集

B・5版 166 ページ

1部 150円 十 20円

各地方に生産される骨材分布と品質を始め
その他骨材のあらゆる問題を集大成した決定
版。

東京都港区赤坂台町 1 番地の 2
社団法人 **日本セメント技術協会**
振替 東京 196803 電話 (48) 8541~3

紙を螺旋状に巻きエンドレスパイプとした我国最初の新製品です。

規格表

(特許申請中)

フジチューブ

内径(%)	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
内厚(%)	2.5	3.5	3.5	5.0	6.0	8.0	10.0	10.0	10.0	11.0	11.0	12.0

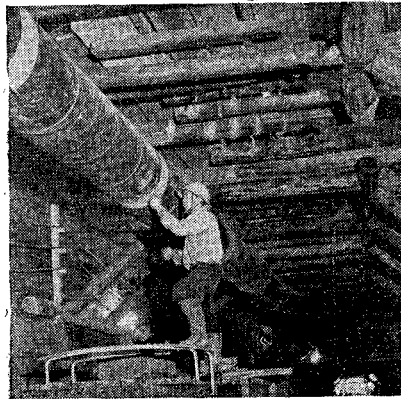
建築・土木の円柱建造に最適のもので
す。フジチューブを立てその中にコン
クリートを流し込むだけで正確な円柱
が簡単に建造することが出来ます。

フジボイド

スラブの軽量化に使用されます。
スラブ又は壁体のコンクリート打ちの
際、フジボイドをせき板とせき板の中
間に排列し、その周囲にコンクリート
を流し込み、いわば継目なしのコンク
リートブロックを現場にて作成出来る
副期的な製品です。

フジエアダクト

従来より隧道用の空気調整用パイプは、鉄板製の
ものが用いられていますが、非常に重く且つチ
ントに多大の手間
を要しますが、フジ
エアダクトを使用
すれば軽量で取扱い
易く、而も価格が極
めて低廉であります。



隧道用エアダクト施工の実況
(福島県只見線滝沢隧道工事)
鹿島建設施工



藤森建材株式会社

東京・東京都中央区日本橋通1の2 (大倉ビル) TEL (27) 6432~5
大阪・大阪市西区土佐堀通1の1 (大同ビル) TEL (44) 0225・7569

(カタログ・見本進呈)

