

土 木 研 究 所 資 料

道路トンネル設計基準に関する外国文献(1)
(スイス連邦道路トンネル設計指針)

昭 和 51 年 5 月

建設省土木研究所
道路部トンネル研究室

ま え が き

この資料はスイス連邦内務省で制定された道路トンネルの設計指針 (Schweizerische Nationalstrassen Richtlinien für die Projektierung von Strassentunnel) を翻訳したものである。

スイスはわが国と同様山国であり、St.Gothart トンネル (16.2 km)、San Bernardino (6.6 km)、Seelisberg (9.2 km)、Grand St.Bernard (5.8 km) など多くの長大トンネルがあり、その設計の考え方は今後の長大トンネルの設計に非常に良い参考になるものと考えられる。

特に、覆工、防水工、非常用施設については参考とすべき点が多い。

なお、本資料は住友道路研究所住友彰氏から提供を受けたものであることを附記し、感謝の意を表する。

トンネル研究室長 今 田 徹

スイス連邦内務省

スイス連邦国道

道路トンネル設計指針

道路トンネルの設計指針

目 次

I 道路トンネルの構造基準	1
1. 線 形	1
2. 連絡坑と待避所	1
3. 標準断面	1
3-1 覆工厚	1
3-2 防水	15
3-3 隔壁(天井ダクト)	15
3-4 排水	15
3-5 舗装と路盤排水	15
4. 視界を良くするための基準	15
5. 試験調査	15
II トンネルの附帯設備	17
10 換 気	17
10-1 ファンの運転	17
10-2 CO 計	18
10-3 透過率計	18
11 照 明	18
11-1 照明基準	18
11-2 進入部	18
11-3 緩和部	19
11-4 基本部	19
11-5 出口部	19
11-6 配線および非常照明	19
11-7 照明設備の運転	20
11-8 自動運転	20
11-9 手動運転	20
11-10 光源	20
11-11 寿命	20

12 SOSステーション	20
12-1 電 話	20
12-2 消 火 器	25
12-3 警 報 装 置	25
13 交 通 信 号	25
14 トラフィックカウンター	32
15 受 配 電	32
16 中 央 制 御 室	33
17 消 火 栓	33
Ⅲ タンクローリーが多く通るトンネルへの追加基準	35
20 構 造 の 基 準	35
21 設備の技術基準	35

I 道路トンネルの構造基準

1. 線 形

200 m以下のトンネルでは出来る限り線形は直線とする。

長いトンネルでも坑口附近での例外は別として、施工上の理由から出来るだけ直線とする。トンネル出口では遠くの方から明るい坑口が眼に入って運転者に眩しさを与えないように曲線を挿入する。

坑口附近に挿入する曲線は、出来るだけ明り部の線形に適應し、なお必要な視距を確保出来る曲線とする。

双設トンネルの中心間距離は、一つには地質条件、一つにはこの2本を同時に掘削するかどうかの施工時期によって定める。堅岩あるいは割れ目の少ない岩で慎重にしかも2本同時に施工する場合には、経験上から坑口の附近の中心間隔は3～15 mあればよい。

2本目のトンネルを掘削する際の爆破によって既設トンネルのコンクリート覆工が損傷をうけないようにするためには25～30 mの間隔が必要である。

2. 連絡坑と待避所

1.5 km以上の対面交通のトンネルでは、600～900 m毎に待避所を、2～3 km間隔に方向転換所を設ける。地下換気所に連絡する通路を方向転換所に兼ねると都合がよい。待避所は図-1に示す大きさとする。

一方向のトンネルで2本の場合は、およそ900 m毎に乗用者が通行し得る通路を、300 m毎に人が通行出来る連絡路を設ける。

3. 標準断面

換気ダクトのため特に大きい断面が必要でない限り、2車線の道路トンネルには標準断面が適用される(図2、3、4、5、6、7、8、9)。

対面交通のトンネルでは左右両側に同じ幅員の通路を、双設トンネルでは進行方向に向かって左側に広い通路、右側に狭い通路をおく。

公示に際し、企業者は標準断面から少しでもずれたトンネル断面を使用することにより、既存の設備を新たに使用することができ、経費の節約ができるかどうかについて留意する必要がある。建設業者は施工計画書の付いた応札書を提出する前に、そのずれが許容範囲内にあるかどうかを確認できるよう、そのずれについて説明しなければならない。この問題に疑義がある場合はA.S.F.と協議し明らかにしなければならない。

3-1 覆 工 厚

覆工厚さは通常は施工上の都合から決定されるもので、その場合25 cmを最小とする。鋼支保工が必要な場合でも、多くの場合支保工だけで地山の荷重をとることができ、コンクリート内巻は単に鋼材の防蝕とか、必要なトンネルの断面形状を形作るだけの目的でよい。

弛んだ岩盤或いは地圧が作用する岩盤での巻厚を定める場合には着工前にA.S.F.にその内容を提

A.S.F.: Eidg. Amt für Strassen und Flussbau スイス連邦道路河川局

Normalprofil mit einfachem Gewölbe und Tunnelverkleidung ohne Schlitzrinne, Fahrbahn 7.50 m

標準断面, 車道巾 7.5 m, 普通覆工

Ausmasse

Ausbruch bis OK-Fahrbahn = 59.8 m²
Ausbruch Fahrbahnkörper inkl. Fundamente = 4.3 m²
Umfang des Ausbruchprofils bis OK-Fahrbahn = 19.8 m

Beton: Innengewölbe = 5.0 m³/m
Fundamente = 1.0 m³/m
Gehwege

Profil-type avec un seul revêtement et paroi intérieure sans caniveau fendu, chaussée 7.50 m.

Dimensions

Excavation au-dessus du niveau de la chaussée = 59.8 m²
Excavation du corps de la chaussée compris les fondations = 4.3 m²
Longueur développée du profil de l'excavation = 19.8 m

Béton: Revêtement intérieur = 5.0 m³/m
Fondations et trottoirs = 1.0 m³/m

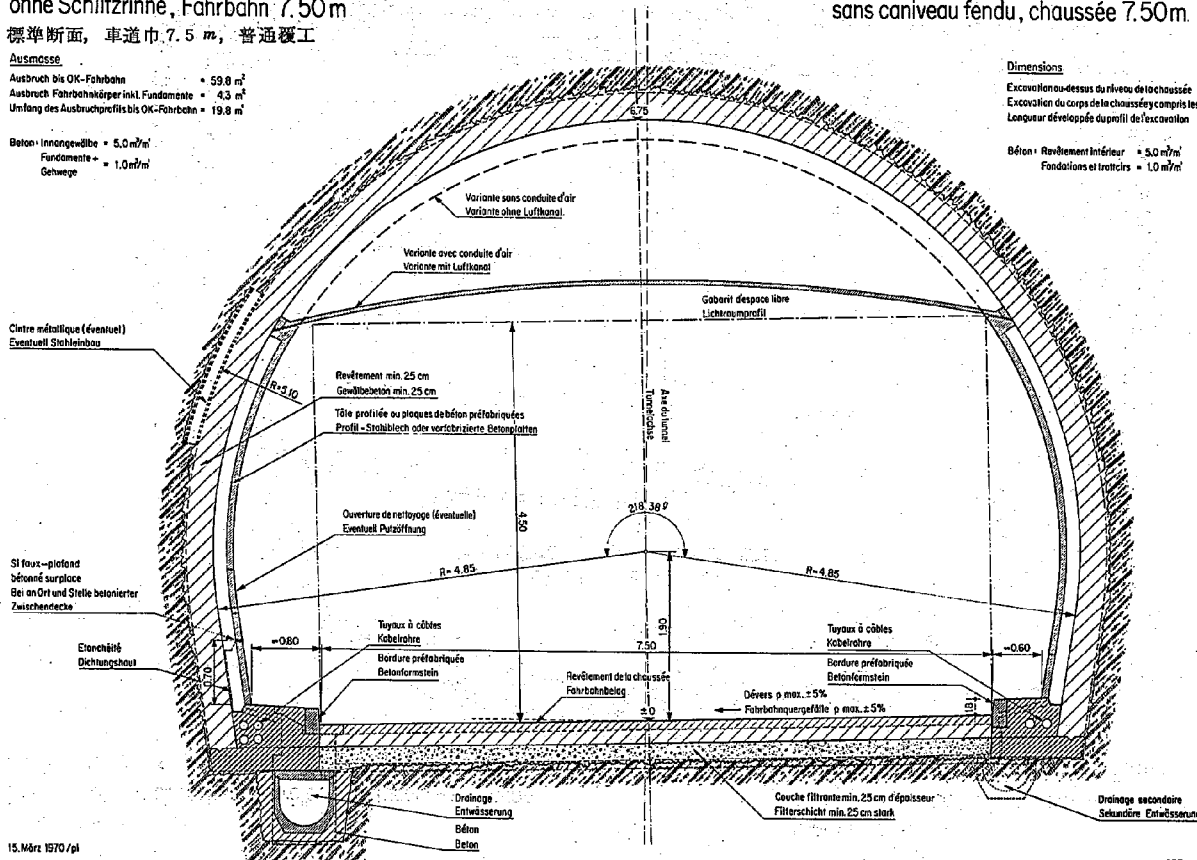


Abb./Fig. 2

Schweizerische Nationalstrassen

Normalprofil mit einfachem Gewölbe und Tunnelverkleidung
ohne Schlitzrinne, Fahrbahn 7.75m

標準断面，車道巾 7.75 m，普通覆工

Ausmasse

Ausbruch bis OK-Fahrbahn × 660 m²
Ausbruch Fahrbahnkörper inkl. Fundamente × 4,6 m²
Umfang des Ausbruchprofils bis OK-Fahrbahn × 208 m

Beton: Aussengewölbe = $6.2 \text{ m}^3/\text{m}$
Fundamente = $1.1 \text{ m}^3/\text{m}$
Gehwege

Centre métallique (éventuel)
Eventuell Stahleinbau

Betonné sur place, si le faux-plafond n'est pas préfabriqué
An Ort und Stelle betoniert, falls Zwischen-
decke nicht vorgefertigt

Etanchéité
Dichtungshaut

Variante avec conduite d'air
 Variante mit Luftkanal

Variante sans conduite d'air
 Variante ohne Luftkanal

Dimensions

Excavation au-dessus du niveau de la chaussée	= 66.0m ²
Excavation du corps de la chaussée y compris les fondations	= 4.6m ²
Longueur développée du profil de l'excavation	= 20.8m

Béton : Revêtement extérieur = $6,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$
Fondations et trottoirs = $1,1 \text{ m}^3/\text{m}^2$



DEPARTEMENT FEDERAL DE L'INTERIEUR

Routes nationales suisses

Profil-type avec un seul revêtement et paroi intérieure sans caniveau fendu, chaussée 7.75 m

Abb./Fig. 3

Normalprofil mit Doppelgewölbe und dazwischenliegender Abdichtung ohne Schlitzrinne, Fahrbahn 7.75 m

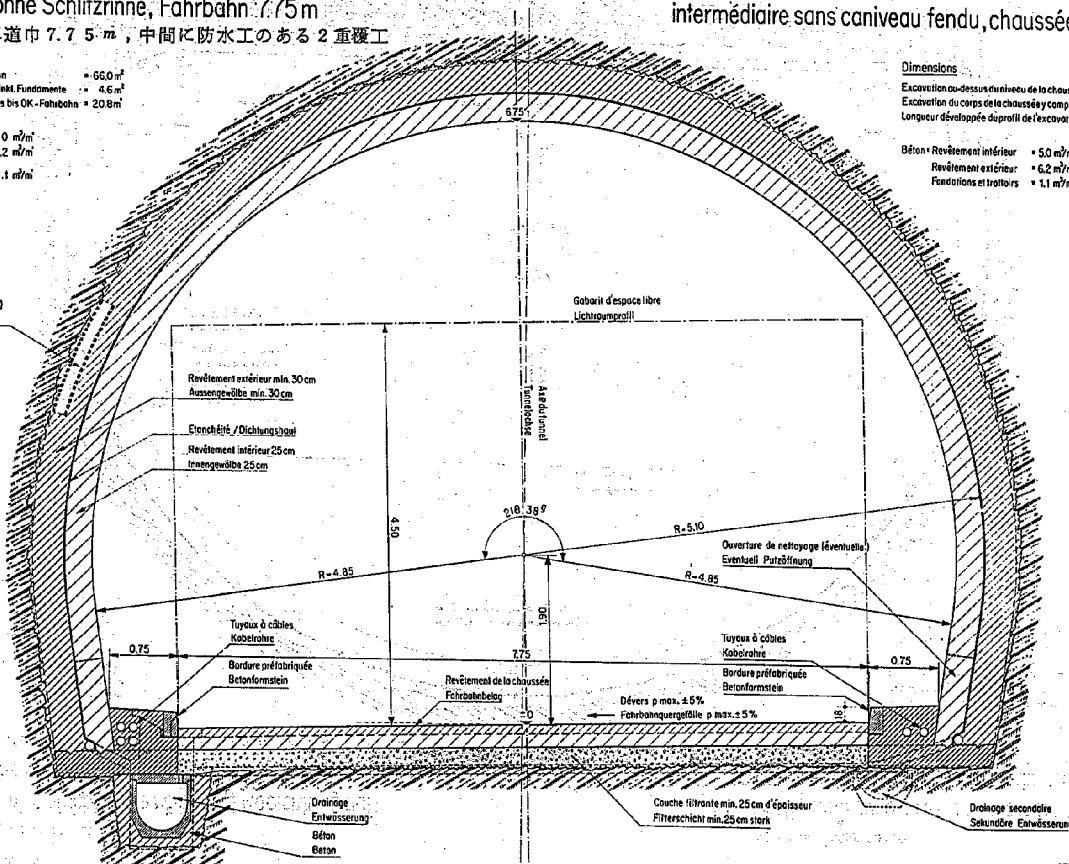
標準断面, 車道巾 7.75 m, 中間に防水工のある 2 重覆工

Ausmasse

Ausbruch bis OK - Fahrbahn = 66.0 m²
Ausbruch Fahrbahnkörper inkl. Fundamente = 4.6 m²
Umfang des Ausbruchprofils bis OK - Fahrbahn = 20.8 m

Beton + Innengewölbe = 5.0 m³/m²
Aussengewölbe = 6.2 m³/m²
Fundamente = 1.1 m³/m²
Gewerke

Cintre métallique (eventuel)
Eventuell Stahlribbau



Profil-type avec double revêtement en béton et isolation intermédiaire sans caniveau fendu, chaussée 7.75 m

Dimensions

Excavation au-dessus du niveau de la chaussée = 66.0 m²
Excavation du corps de la chaussée y compris les fondations = 4.6 m²
Longueur développée du profil de l'excavation = 20.8 m

Béton + Revêtement intérieur = 5.0 m³/m²
Revêtement extérieur = 6.2 m³/m²
Fondations et trottoirs = 1.1 m³/m²

Normalprofil mit einfachem Gewölbe und Abdichtung auf Felsoberfläche ohne Schlitzrinne, Fahrbahn 7.75 m

標準断面, 車道巾 7.75 m, 掘削面に防水層のある一重覆工

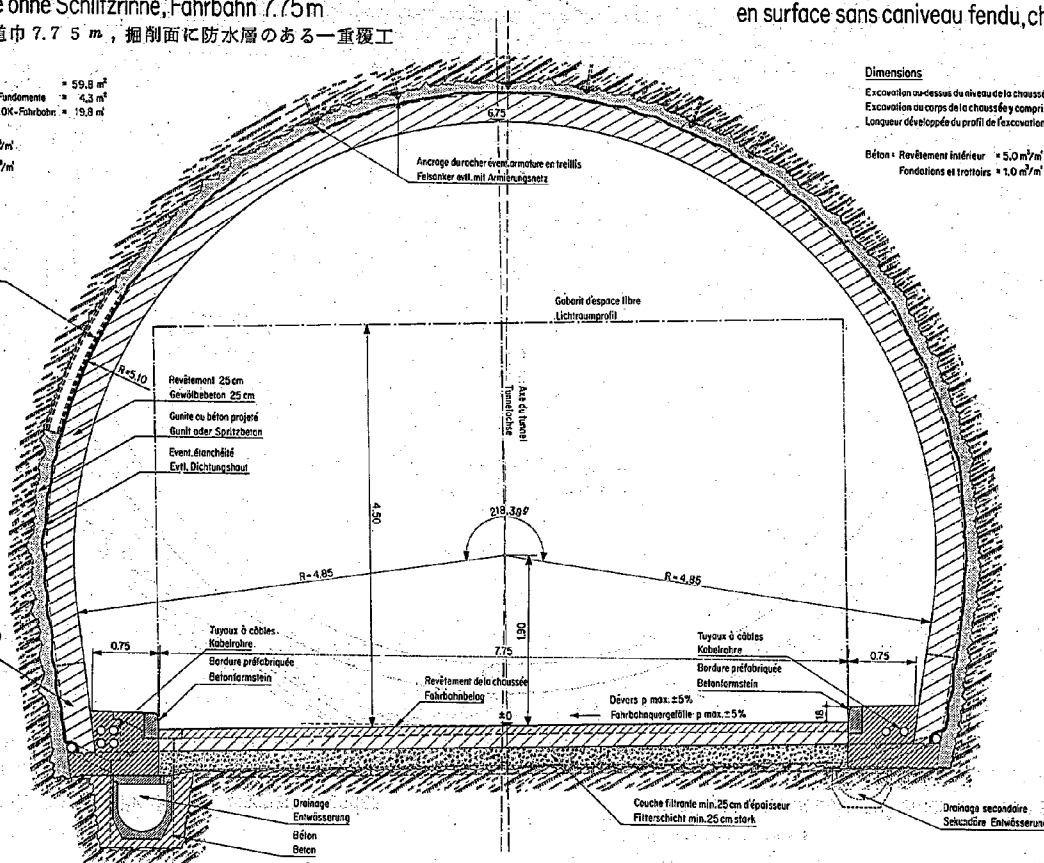
Ausmasse

Ausbau bis OK-Fahrbahn = 59.8 m²
 Ausbau Fahrbahnkörper inkl. Fundamente = 4.3 m²
 Umfang des Ausbauprofils bis OK-Fahrbahn = 19.8 m

Beton: Innengewölbe = 5.0 m³/m
 Fundamente = 1.0 m³/m
 Gehwege = 1.0 m³/m

Clitre métallique (éventuel)
 Eventuell Stahlbau

Ouverture de nettoyage (éventuelle)
 Eventuell Putzöffnung



EIDG. DEPARTEMENT DES INNERN

Schweizerische Nationalstrassen

Normalprofil mit Tunnelverkleidung ohne Gewölbe
und Schlitzrinne, Fahrbahn 7.75m

標準断面，車道巾 7.75 m，覆工がなく内装のみ

Ausmasse

Ausbruch bis OK - Fahrbahn = 59.8 m²
Ausbruch Fahrbahnkürper inkl. Fundamente = 4.3 m²
Umfang des Ausbruchprofils bis OK - Fahrbahn = 19.8 m

Beton Fundamente = 1.2 m³/m²
Gewölbe

DEPARTEMENT FEDERAL DE L'INTERIEUR

Routes nationales suisses

Profil-type avec paroi intérieure, sans revêtement
et caniveau fendu, chaussée 7.75 m

Dimensions

Excavation au-dessus du niveau de la chaussée = 59.8 m²
Excavation du corps de la chaussée y compris les fondations = 4.3 m²
Longueur développée du profil de l'excavation = 19.8 m

Béton Fondations et trottoirs = 1.2 m³/m²

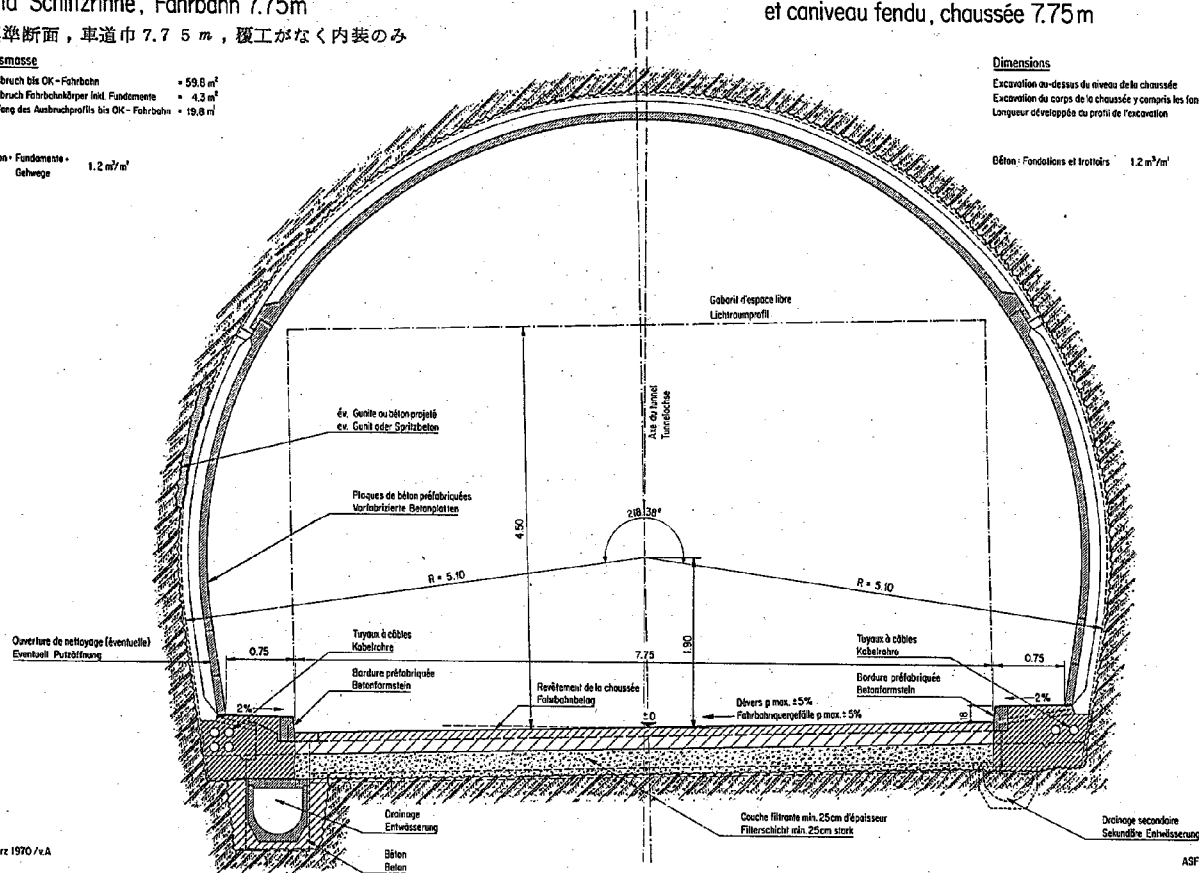


Abb./Fig. 6

Normalprofil mit einfachem Gewölbe und Tunnelverkleidung
ohne Schlitzrinne, Fahrbahn 7.75m
Kreisrunder Querschnitt

標準断面，車道巾 7.75 m，円形断面，一重覆工，内装

Ausmasse

Zerschnitt	• 91.5 m ²
Umfang des Ausbruchprofils	• 33.9 m
Beton + Aussengewölbe	• 12.1 m ² /m
Gelände	• 0.7 m ² /m

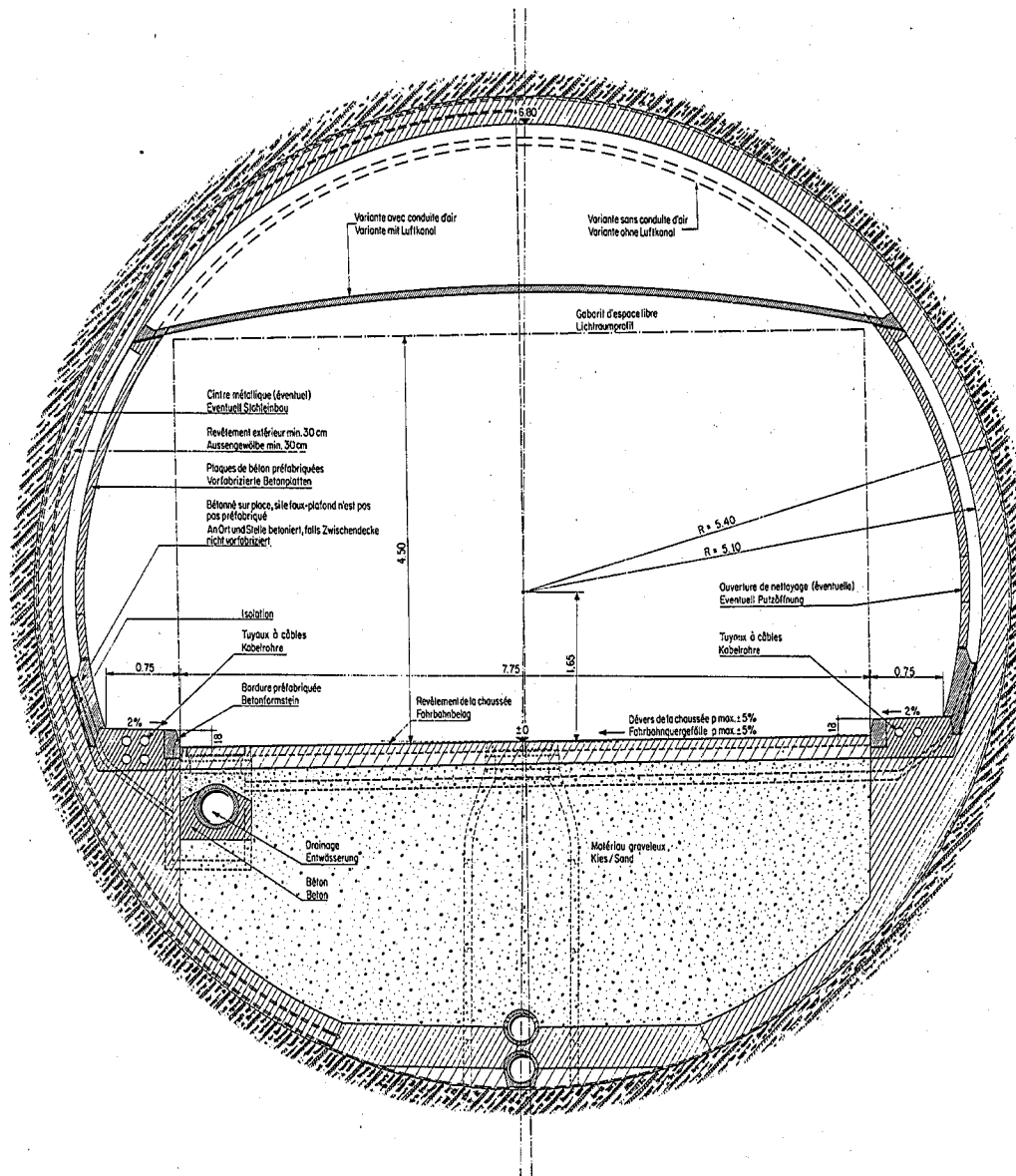
Auffüllung • 19.0 m²/m

Profil-type avec un seul revêtement et paroi intérieure
sans caniveau fendu, chaussée 7.75m
Coupe transversale circulaire

Dimensions

Excavation	• 91.5 m ²
Longueur du profil de l'excavation	• 33.9 m
Béton + Revêtement extérieur	• 12.1 m ² /m
Trottoirs	• 0.7 m ² /m

Remblai • 19.0 m²/m



Normalprofil mit Doppelgewölbe und dazwischenliegender
Abdichtung ohne Schlitzrinne, Fahrbahn 7.75 m
Kreisrunder Querschnitt

標準断面，車道巾 7.75 m，円形断面，中間防水工のある 2 重覆工

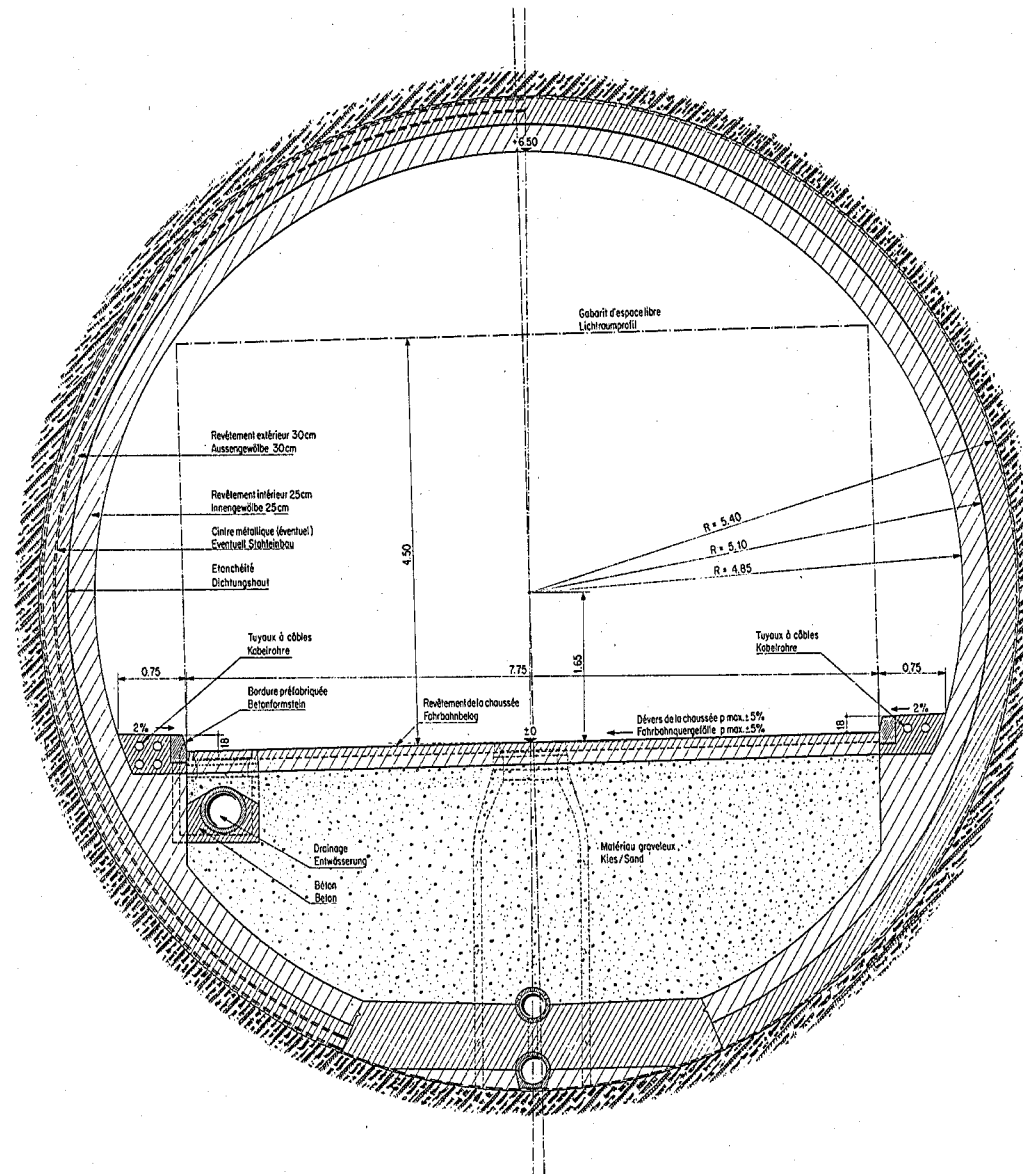
Ausmasse

Ausbruch	• 91.5 m ²
Umfang des Ausbruchprofils	• 33.9 m
Beton: Aussengewölbe	• 11.6 m ³ /m
Innengewölbe	• 7.4 m ³ /m
Gelwege	• 0.5 m ³ /m
Auffüllung	• 17.2 m ³ /m

Profil-type avec double revêtement en béton et isolation
intermédiaire sans caniveau fendu, chaussée 7.75 m
Coupe transversale circulaire

Dimensions

Excavation	• 91.5 m ²
Longueur du profil de l'excavation	• 33.9 m
Béton: Revêtement extérieur	• 11.6 m ³ /m
Revêtement intérieur	• 7.4 m ³ /m
Trottoirs	• 0.5 m ³ /m
Remblai	• 17.2 m ³ /m



15. März 1970 / v.A

ASF

Normalprofil mit einfachem Gewölbe und Abdichtung auf
Felsoberfläche ohne Schlitzrinne, Fahrbahn 7.75m
Kreisrunder Querschnitt

標準断面：車道巾 7.75 m，円形断面，掘削面に防水層を設けた一重覆工

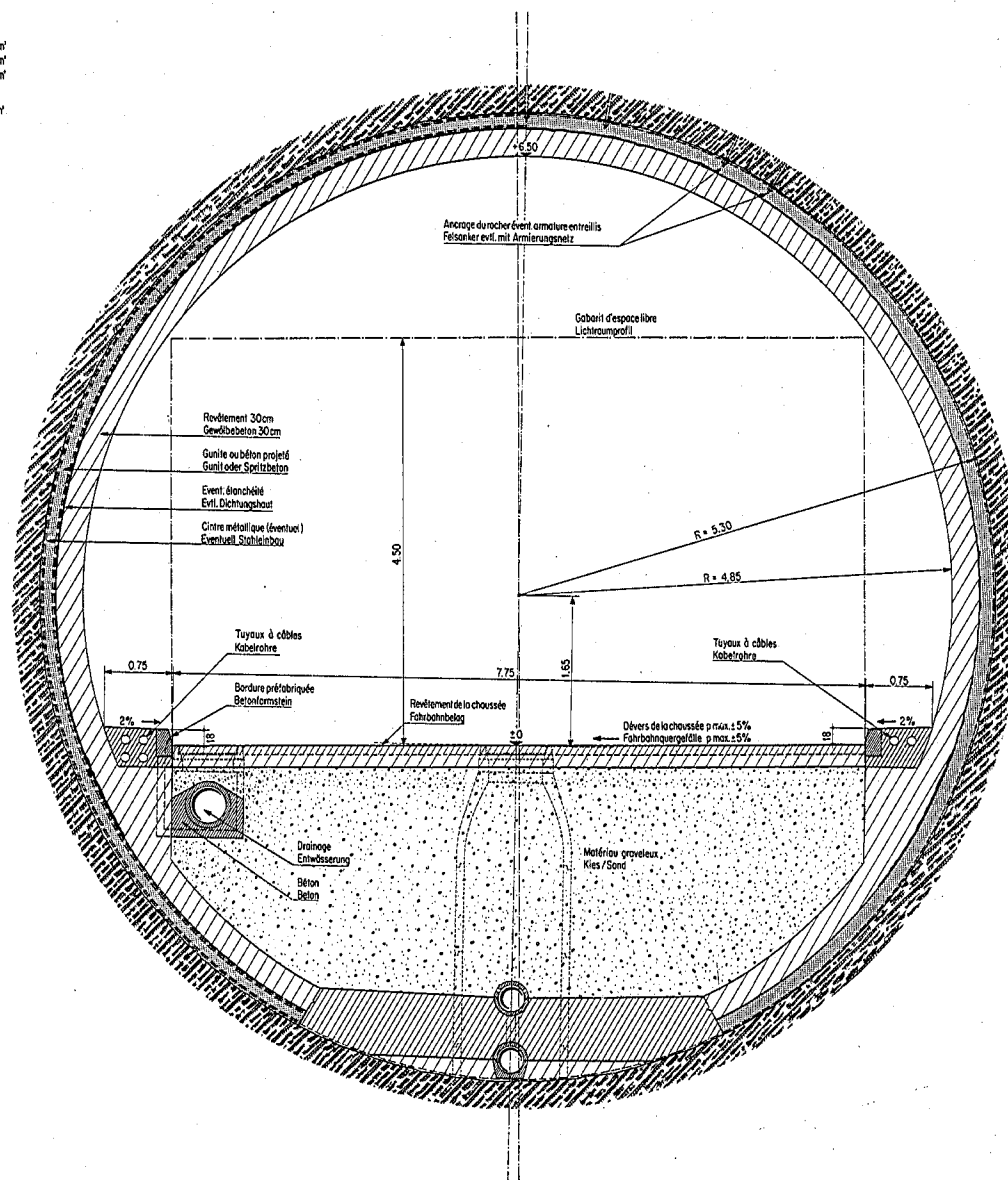
Ausmasse

Ausbruch	• 88.2 m ²
Umfang des Ausbruchprofils	• 33.3 m
Beton: Innengewölbe	• 11.9 m ³ /m
Gunit oder Spritzbeton	• 4.2 m ³ /m
Gehwege	• 0.5 m ³ /m
Auffüllung	• 16.2 m ³ /m

Profil-type avec un seul revêtement et isolation en surface
sans caniveau fendu, chaussée 7.75m
Coupe transversale circulaire

Dimensions

Excavation	• 88.2 m ²
Longueur du profil de l'excavation	• 33.3 m
Béton: Revêtement intérieur	• 11.9 m ³ /m
Gunit ou béton projeté	• 4.2 m ³ /m
Trottoirs	• 0.5 m ³ /m
Remblai	• 16.2 m ³ /m



15. März 1970/v.A

ASF

出しなければならない。

3-2 防 水

トンネルは水密でなくてはならない。出来るだけ密なコンクリートを打設することが大切である。

地山からの漏水に対して特別な処置が必要な場合には、各種の構造、たとえば、吹付けモルタルあるいは吹付コンクリートで地山が処理されている場合には直接防水工を設ける構造、2重覆工の場合は中間に防水層を設ける構造および場合によっては防水工を設けずに内装板を設けたりあるいは覆工の継目から排水を行なうなどの構造を取り入れるものとする。

3-3 隔 壁（天井ダクト）

隔壁は次の外力によって設計する。換気ダクト内の空気流による正および負の圧力の他に 200 Kg/m^2 、又は不利な条件の場合は 100 Kg/m^2 の下向きの等分布荷重。

3-4 排 水

排水路の大きさは予想される湧水量或いはトンネル内の清掃の水量に見合うものとする。消火栓がある場合にはその水量に応じた大きさとする。普通漏水には 10 L/s 、消火栓には 20 L/s を考えておけばよい。

パイプの径を定めるときには沈降物がパイプ内空につくことを考えておかなければならない。

3-5 舗装と路盤排水

トンネルの路盤を仕上げる場合、岩質が良いときは著しい凍上は考えなくてよい。底盤で考えられる僅かな水をおさえるためには、 25 cm 厚の碎石を敷いておけば充分である。施工中にはっきりと分るかなりの湧水量があるときはそれを排水路に導いてやる。

岩盤がくだけ易いとか分解し易いとき、時が経つとともに風化し、障害を起しやすいような所で湧水がある場合には、一般の道路と同じような基準で基礎路盤の設計をする。

短いトンネルでは実際上の理由から、接続する道路部と同じ構造のセメント或いはアスファルト舗装とする。長いトンネルで岩盤が良質な場合には、路盤工或いは舗装の厚さを減ずることが出来る。

ある場合には、掘削底盤の凹凸をコンクリートの配合 BN200 で均し、一時的な作業通路として有効に利用する。この均しコンクリートをする必要があるかどうかは、一つには施工の進め方又一つには掘削面に大きい不規則な凹凸があるかどうかにかかっている。

歩道はコンクリートかアスファルト混合材で舗装する。

4. 視界を良くするための基準

照明の技術上の理由からトンネル内の舗装は明るい色とし、トンネル外の入口付近は暗い色にするのが有利である。必要に応じてトンネル入口付近を暗くするとか、好ましくない太陽の光がさしこむのを遮るとかの構造を用いることができる。トンネル内にある障害物をシルエットではっきり浮きたたせるため、トンネルの側壁は適当な塗装で明るい色に仕上げる。

5. 試験調査

着工前又は工事中に特定の問題点を明らかにするため試験を行なおうとする場合は既に類似の実験が他の

トンネルでなされているかどうか、それによっては新しい実験を行なわなくてもよいかどうかを検討するためA.S.F.に事前に知らせるものとする。

II トンネルの附帯設備

10. 換 気

一方交通のトンネルでは、通行車輛のピストン作用により縦方向の流れを生ずるので、数百メートルのトンネルまでは十分な自然換気が行なわれる。

対面交通のトンネルとか或いは一方交通の場合でもトンネル内に車輛が停滞しているときは、200 m以上のトンネルになると自然換気は十分でなくなる。

機械換気の要否を定める場合或いは必要な換気設備の仕様を定めるにあたっては次の基礎資料による。

— A・S・F・より出されているトンネル換気に関する専門委員会の報告書

— ディーゼル車からの煤煙発生量に関するA・S・F・の報告書

以上の計算は換気の設計に詳しい技術者によって行なう。

勾配の小さいトンネルの換気は下記の交通量に基いて求めておけば充分である。

— 一方通行のトンネル：乗用車 3600 台/時/2車線

— 対面通行のトンネル：乗用車 1600 ~ 1800 台/時/2車線

COの含有量は次の値を超えてはならない。

a) 普通の状態 100 ppm

b) ピーク交通時 150 ppm

特別の場合、特に短いトンネルではA・S・F・の承認を得て 200 ppm 迄とることができる。

以上の他にトンネルはその照度に応じ、許されている最高の走行速度に対する停止距離より長い視認距離を確保できるように換気を行なわなければならない。

半横流又は横流式のトンネルでは、送気フリューの間隔は最高 8 m、排気孔は最高 16 m とする。

送気口はトンネルの一方の壁面のみに沿って配置することもできる。この場合双設トンネルでは、隣り合わせの側の壁に配置する。

換気所の数と、その最適の位置は、トンネルの換気ダクト及び立坑の断面積の経済的な関係から定められる。換気所は地上或いは地下に設けられ、そこではファンの運転に必要な装置、電気設備を備えておく。

換気機の段階制御を行なう場合は交通量の変化に応じたきめの細かい段階制御とする。

10-1 ファンの運転

ファンの運転と監視は中央制御室で行なわれる。この制御室はトンネル坑口の近くか、トンネルに近接した管理所に設ける。それは、運転の操作並びに監視が出来、トンネルの管理に関するあらゆる情報を集められる場所とする。

ファンの運転は一般にCOの含有量と、トンネル内空気の汚染度に基いて行なわれる。この際、条件の悪い方の値が基準となる。常に自動運転及び手動操作ができる設備とする。手動操作は制御室からも出来るようにしておく。これに対し自動制御は中央制御室からのみなされている。中央制御室ではファンの運転状況が分るようにする。モーターが異常高温になった場合には、故障表示がなされる。

ファンを数台並列に配置する場合にはダンパーを置く。ダンパー開とファンの始動との間の時間は、運転しているファンからの逆流で、新しく運転を開始しようとするファンに過度の荷重がかからないように、短くしなければならない。

ダンパーが閉じている場合はファンの始動がかからぬようにしておく。運転時間計を取り付けるものとする。

10-2 CO 計

換気を行なっているトンネルでは、各換気区間ごとに測定範囲 0 ~ 400 ppm 精度 $\pm 5\%$ の CO 計で CO 濃度を連続的に測定し表示する。計器は $\pm 20^\circ\text{C}$ の温度変化および空気中の湿度に影響されないものでなければならない。トンネル内の空気の CO が 300 ppm を超した場合には、中央制御室或いは管理所の普通の表示の他に音信号を発しなければならない。

試料空気を取り入れる位置は半横流式、横流式では換気区間の中央で、縦流式では坑口から約 100 m、路面から約 18m の高さとする。歩行可能なダクトには、その中の空気の CO 濃度を制御できるよう同様の測定設備を設けるものとする。トンネル内の空気の CO 濃度は換気制御に用いられるので、測定器の表示装置には換気段階に応じた数の調節可能な接点を設ける。また、最高値を知らせるための補助接点を設ける。表示装置と結合されている制御器には一定の遅れを持たせなければならない。

測定値は記録装置に記録される。停電、ガス採取の中断あるいはガス分析器の故障による障害は表示される。このような故障が生じた時には中央制御室或いは管理所に故障表示ランプがつくようにする。

10-3 透過率計

現在トンネル内で長期にわたって正常に維持保守し得る透過率計はない。そのためその都度 A・S・F、と協同でどの製作所で作られているものを採用するかを検討するものとする。ファンの制御は空気の汚濁度によって行なうことができるようにするものとする。

11. 照 明

100 ~ 150 m 以上のトンネル又は曲線半径の小さなトンネルは照明するものとする。道路トンネルで必要とする照明は各々の場合について照明工学的に十分に検討しなければならない。

cd/m² から Lux に換算する係数はトンネルの車道および壁面の性質ならびに光源の種類、照射角度、配置によって非常に大きく変わる。このため、適切な基準によってこの影響を最小となるようにする必要がある。

トンネル照明の設計に際しては基礎として外部輝度が用いられる。トンネル入口部の輝度の状態（陰の部分を除いて）はできるだけ十分に調査する。

11-1 照明基準

11-2 進 入 部

（トンネル坑口の直後の区間は、運転者が坑口に到達する前に障害物を適切に認めることができるように輝度を大きくしなければならない。）

人口照明が行なわれる入口部の長さはトンネルの坑口から測って自動車の速度が 80 km/h の時で 65 m である。前方にある落石覆ならびに進入部の直前で常に陰になっている車道部分は入口部の照明の長さを計る

にあたって考慮しなければならない。入口部照明は次の式を用いて計算する。

$$L_t = 0.15 \times L_A^{0.9} \quad (\text{F. Mäder})$$

L_t = トンネル内の輝度

L_A = 野外輝度

人工照明の最大値は 1000 lux を超えてはならない。しかし、あらゆる照明工学的に可能な技術を用いても、上式で求めた所要輝度はこれ以上に達する恐れがある。所要輝度を求めるにあたっては坑口直前の路面並びにトンネル入口部周辺を暗い色調にすることおよび太陽照射角度が都合の悪いものでないようなするなどの方法を考慮すべきである。

光学的に求められた値が、1000 lux の限界を超える時には、A・S・F・と共同で減光のための特別な対策（壁、ハーバー又は覆）を明らかにするものとする。

11-3 緩和部

（入口部に接続する区間で、自動車運転者の目の順応に従って入口部の照明水準から内部の水準に輝度を減少させる。）

緩和区間の輝度曲線は次の式により求める。

$$L_t = \frac{L_A \times t^{-1.3}}{17} \quad (\text{F. Mäder})$$

t = トンネル坑口からの距離から停止距離を引いた距離を自動車の速度で割った値

上の式は 3 秒から暗順応開始後に適用される。緩和区間の輝度の緩和は徐々に行なわれる。

11-4 基本部

（輝度が一樣な区間）

人工照明の輝度は昼間 3 cd/m²、夜間はおおよそその半分の値とする。照明の種類と光源の配置は車道面全体ができるだけ一樣に照明されるようにする。

車道中央で計った照明の強さの差は

$$E_{max} : E_{min} = 1 : 0.4$$

以下とする。

11-5 出口部

（基本部に接続する区間で、運転者の目は再び野外の明るさに順応する。）

出口部では一般に入口照明を増強する必要はない。トンネルの出口の位置は可能な限り太陽によって運転者が眩惑されることがないように選ばなければならない。

ここでトンネル照明に対して与えられた輝度値は運営に用いられる値である。一般に約 20 倍大きな設備が設けられる。

テレビによる監視設備のあるトンネルでは経験上基本部の車道の輝度は 3 cd/m² 以上とするのが良い。

11-6 配線および非常照明

独立した 2 系統から受電している場合は、一系統が停電の際に同一トンネル区間の一部の照明のみが消

えるように配線する。

非常電源設備がある場合にはトンネルの各部分で昼間照明の $\frac{1}{10}$ を確保するようにする。しかし、配線を節約することによって給電の費用を少なくすることができる場合は、経済的理由から照明水準はこの最小値以上であっても良い。

11-7 照明設備の運転

照明は野外の明るさに基づいて自動的に運転できるようにするとともに手動運転ができるようにしなければならない。配線は運転に障害が生じた場合照明が消えるのではなく点燈するように行なうものとする。

11-8 自動運転

自動運転のためにトンネルの坑口近くのできるだけ塵およびガスに影響されない場所に光電素子を設備する。一般に3段階の昼間照明が設けられる。野外の明るさが増加する場合には、それに対応した昼間照明段階に切り換えられ、野外の明るさが減少する場合には約10分の時間遅れで減光されるものとする。

11-9 手動運転

照明は手動でもまた操作できるものでなければならない。非常照明および断路のための開閉器又は開閉鍵は誤動作がないように機械的なロック機構を設けるものとする。

制御室がある場合には、照明の各状態、照明区間の安全装置の故障又は光電素子の障害が制御室でわかるようにしなければならない。各照明段階毎に運転時間計を設けるものとする。

11-10 光源

天井板があり、管状の光源の場合は一般的にトンネル側壁の背の部分に光源が配置され(図-10)、点光源の場合はトンネル中心に配置するのが有利である(図-11)。光源を側方に配置する場合は、トンネルの壁面にいちぢるしい光の縞が生じないように、車道方向に光源を向ける。

著しいフリッカー効果をさけるため、基本部の灯具間隔は2.2m以下あるいは7.4m以上とする。

灯具は耐塵および防噴流構造とし堅牢なものとする。特別な場合は十分な放熱を考慮する。必要な場合に光束の継続調査ができるよう封を設けるものとする。

天井部にダクトのある換気が行なわれているトンネルで点状の光源の場合は照明の維持とランプの補充は交通に影響を与えることなしに換気ダクトから行なうことができる。

光源はその寿命の大部分でできるだけ一定の光束が保てるものを用いるものとする。

運転者の眩惑をさけるために、長さ方向に配列された蛍光灯の場合を除いてトンネル軸の上方 85° 以上の放射角度(垂線に対して)で放射される光束は十分に少なくするものとする。

11-11 寿命

納入者から、保証された寿命内に障害の発生する率はトンネルに設置されたランプの20%以下であることの保証を取り、もし、早期に欠陥が生じた部分については無料で取り替えさせなければならない。

12. SOSステーション

12-1 電話

対面交通の道路トンネルでは非常電話は150m間隔の千鳥に消火器と同一の函に設けられる。一方方向

Standard-Beleuchtung von Tunneln mit Zwischendecke (Gesamte Beleuchtung mit Fluoreszenzröhren)

Eclairage standard de tunnels avec faux plafond
(Tubes fluorescents pour l'ensemble de l'éclairage)

Disposition des luminaires à la fin de la zone d'adaptation et dans la zone centrale

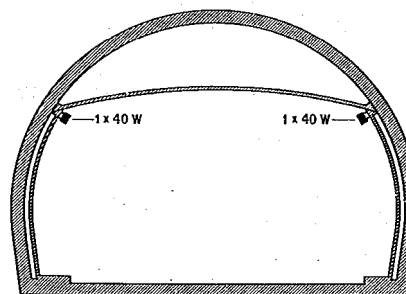
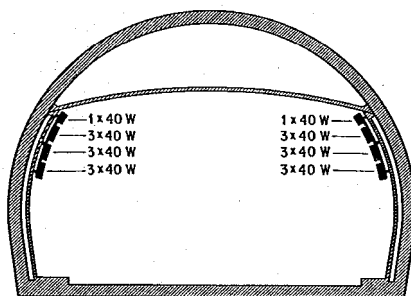
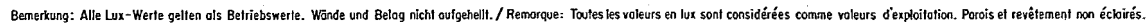


Diagramm zur Beleuchtung einer Einfahrts- und Überlappungszone. Die Einfahrtszone ist in drei Stufen unterteilt: 65m (ca. 1000 Lux, 6 x 40 W), 100m (ca. 700 Lux, 6 x 40 W) und 160m (ca. 400 Lux, 6 x 40 W). Die Überlappungszone ist 245m lang und hat eine Beleuchtung von ca. 100 Lux (2 x 40 W, durchgehend). Die Mittelzone ist 345m lang und hat eine Beleuchtung von ca. 50 Lux (2 x 40 W, im Abstand von 4 Leuchtenlängen).

Auf jeder Seite 2 Leuchten zu je 40 Watt
im Abstand von 4 Leuchtenlängen hintereinander

a = Leuchtenlänge (aussen) / a = Longueur d'un luminaire (à l'extérieur)

天井板のないトンネルの標準照明



トンネルではこの電話は外側だけに配置する。最初の函は坑門の近くに置く。交通騒音のため通話が困難なので、電話は特に通話ボックスにおさめておく。トンネル内では統一された赤色で塗った函に電話のマークの入った照明標識を設ける。非常電話はトンネル内から中央制御室の交換台、最寄りの管理所に接続する。

受話機を取り上げるとその側の車線手前600～900 m間の交通信号が黄色の点滅となる。同時に中央制御室では表示灯が点滅するとともにブザーが鳴る。点滅するランプで表示されている制御室のキーを押すと点滅を止めて光がついたままになり、警報が止り、電話回路がつながる。内光ランプによりどの函から呼び出しているかが明示される。

中央制御室がない場合或いは呼び出して30秒経っても応答がない時は管理所の警察官の詰所に繋がる。そこではどのトンネルから呼び出しているかだけが分る。トンネル内の各電話との連絡は出来ない。中央制御室からトンネル内の管理員を呼び出すには、函に呼び出しランプが点灯されるようになっている。

各々の函には電気の差込みを設ける。

12-2 消 火 器

電話と同じ函に2個の消火器を収納する。消火器には少なくともA B粉末剤を6 kg充填しておく。

消火器を取り上げると、中央制御室では該当する函の赤ランプが灯く。同時にブザーが鳴り、交通信号が黄の点滅にかわる。通報が確認されるとブザーは停止する。中央制御室がない場合には、管理所にこの通報が送られる。どのトンネルで火災が発生しているかが管理所でわかるようにしなければならない。

火災通報ランプは新しい消火器を取りつけるまで消えない。消火器は使用済みの消火器と間違えて取りつけないよう特殊の鍵でないと取りつけられないようにする。

火災報知器の回路に故障が生じた場合でも、通報が解除されたり、伝送中の通報を中断するようなことがあってはならない。

中央制御室あるいは管理所と消防隊との連絡はキーを押すと他に優先して伝えられる。管理員が消火器の検査をする際のために、自動式になっている交通信号は解除させることが出来るようにしておかねばならない。

12-3 警 報 装 置

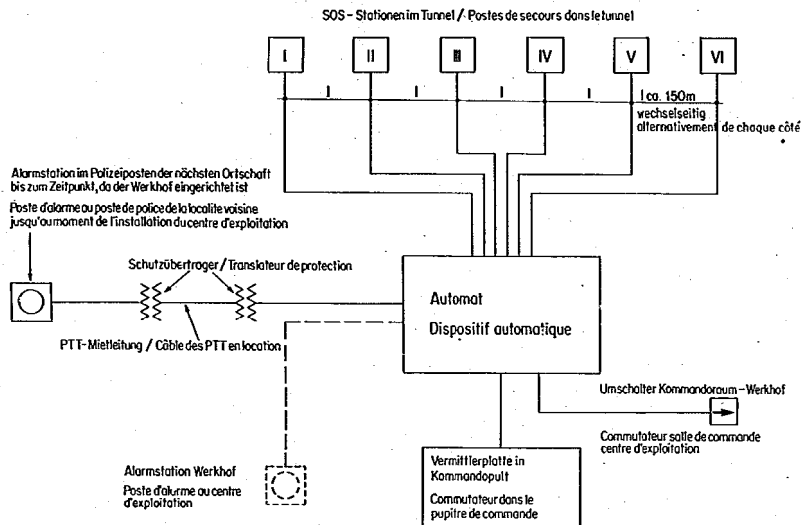
交通量の多いトンネルでは警報函の前面にパンク、事故および火災発生の方々の警報ボタンを設ける。このボタンを押すことによって、トンネルのある区間の黄色の信号が点滅する。中央制御室における警報装置の表示とか或いは警報の停止は電話の場合と同じような方式で行なわれる。

13. 交 通 信 号

通常次に示すような規準に従ってトンネルへの進入を知らせるものとする(図13、14)。都市部では場所の関係で標識を設ける区間の距離を縮めなくてはならない。

トンネル内には約300 m毎に3位式の信号を車線毎につける。その位置は、双設トンネルでは連絡坑の位置と、その他の場合はSOSステーションの位置と一致させる。信号は車輛によって傷損をうけないように、少なくとも建築限界から20cm離す。

Prinzipschema von SOS-Telephonanlagen Schéma de principe des téléphones de secours

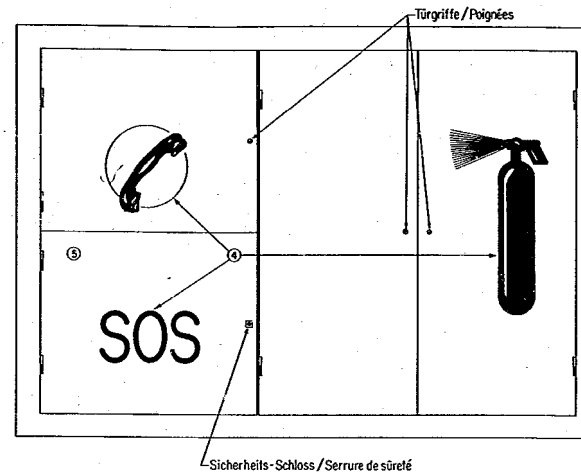


Legende / Légende:

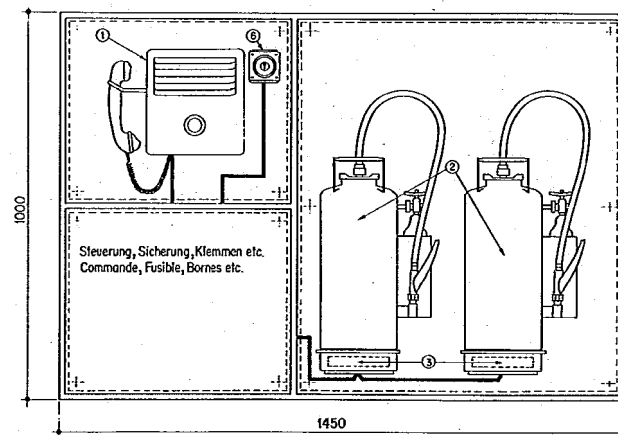
- ① Nass-Station für ZB-Betrieb mit Doppelgabelkontakt
Poste étanche pour service à batterie centrale avec contact à double fourchette
- ② Handfeuerlöschgeräte mit Haltevorrichtung, Füllung entsprechend den Vorschriften
Extincteurs d'incendie à main avec dispositif de suspension. Remplissage conformément aux prescriptions
- ③ Alarm-Arbeitsdoppelkontakte (Kontakte nur dann öffnen, wenn gefüllter Feuerlöscher eingehängt ist!)
Double contact (Le circuit n'est ouvert que si l'extincteur rempli est enclenché!)
- ④ Symbole und Schrift, Grösse proportionell der Zeichnung, Farbe schwarz
Symboles et caractères, grandeur proportionnelle au dessin, couleur: noir
- ⑤ Kastenfarbe: "signalrot"
Couleur du coffret: "rouge feu"
- ⑥ Schlüsselschalter für Dienstgespräche (Schlüssel nur in der Stellung "Ein" Normalstellung, herausziehbar)
Commutateur à clé pour communications de service (la clé n'est amovible que dans la position "contact", position normale)

Der Kasten wird in die Tunnelverkleidung eingelassen. Kastentiefe 350 mm
Le coffret est encastré dans la paroi du tunnel. Profondeur du coffret 350 mm

Ansicht mit Türe / Vue avec porte



Ansicht ohne Türe / Vue sans porte



EDIG. DÉPARTEMENT DES INNEN
Schweizerische Nationalstrassen
Kombinierter SOS-Telephon- und Feuerlöschkasten
DÉPARTEMENT FÉDÉRAL DE L'INTÉRIEUR
Routes nationales suisses
Coffret pour téléphone d'alarme et extincteur d'incendie associé
一体化した非常電話と消火器格納箱

Abb./Fig.12

9. Mai 1968 / vA

トンネル前方の信号・標識の基準

	最初の交通信号までの距離	標 示	機 能
双設トンネル4車線 の場合の基準	1000	—トンネル —距離標示 1.4 km —黄色点滅灯	トンネルの信号が正常な状態でない時のみ点滅する。
	800	—最高速度 100	
	600	—予告信号 —距離標示 600 m —黄色点滅灯	トンネルの信号が正常な状態でないときのみ信号および点滅灯が点灯する。
	400	—最高速度 80	
	200	—予告信号 —黄色点滅灯 灯火信号 2(車線あたり1)	上と同様 正常な状態では消えている。
	トンネル坑口前方30～50	—トンネル —距離標示	
	100～200 トンネル内	—自由走行	
2車線対面交通の場合の基準	500	—トンネル —距離標示 500 m —黄色点滅灯	トンネルの信号が正常な状態でない時のみ点滅する。
	350	—最高速度	
	200	—予告信号 —黄色点滅灯	トンネルの信号が正常な状態でない時のみ信号および点滅灯が点灯する。
	30～50	—トンネル —距離標示	
	100～200 トンネル内	—自由走行	

EIDG. DEPARTEMENT DES INNERN
Schweizerische Nationalstrassen

Signalisation von Autostrassentunneln

自動車道路トンネルの信号、標識

DEPARTEMENT FEDERAL DE L'INTERIEUR
Routes nationales suisses

Signalisation de tunnels de semi-autoroutes

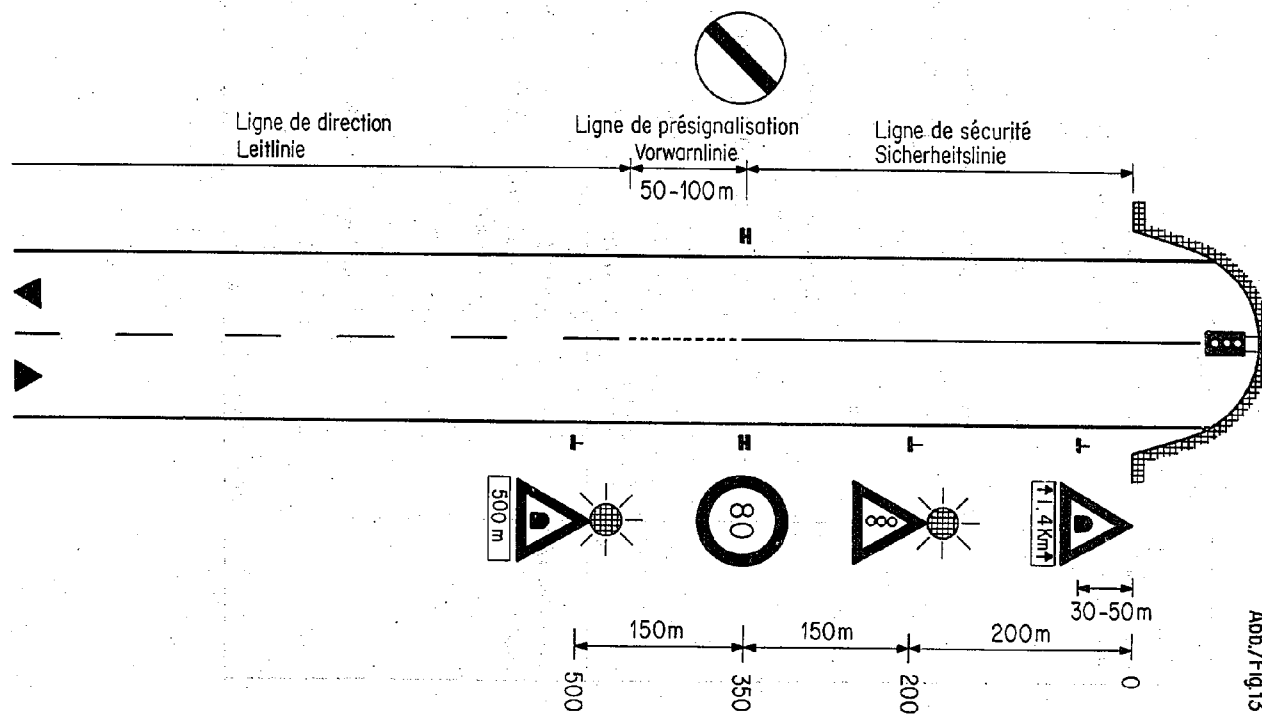


Abb./Fig.13

EIDG. DEPARTEMENT DES INNERN
Schweizerische Nationalstrassen
Signalisation von Autobahntunneln

高速道路トンネルの信号、標識

DEPARTEMENT FEDERAL DE L'INTERIEUR
Routes nationales suisses
Signalisation de tunnels d'autoroutes

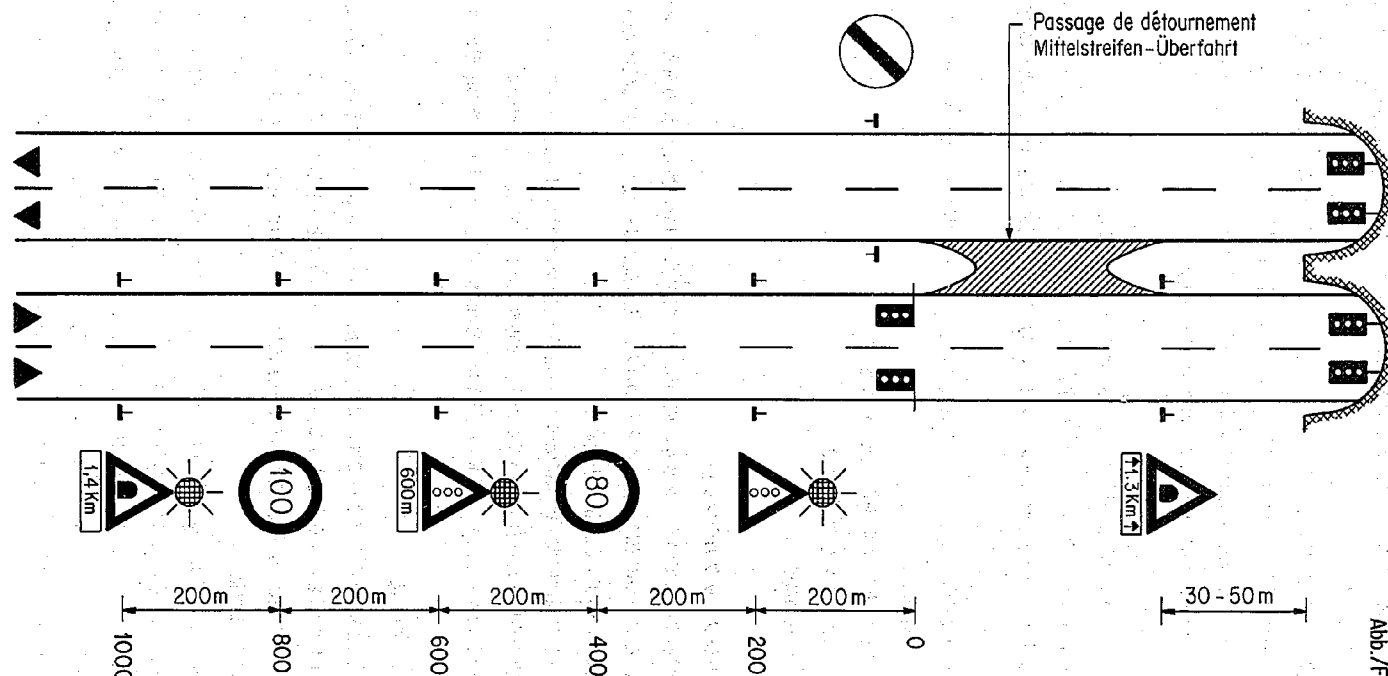


Abb./Fig. 14

5.3.70 Ws

信号設備には逆方向への通報ができる設備を設けるものとし、通常は通電せず、すべてのランプは消えているようにする。

中央制御室或いは短いトンネルでは坑門の外の開閉函から次に記す部分操作が出来るようにする。

- 一つの車線或いは他の車線又は両車線の信号の黄色の点滅。
- 一つの車線或いは双設トンネルの場合は1車線又は両車線の交通止。
- 長いトンネルの場合はある区間の車線の閉鎖。
- トンネル全体の閉鎖。
- 短い黄色信号の現示の後、速やかに閉鎖すること。

中央制御室に人が常駐していない場合には、管理所からも、トンネルを閉鎖することが出来るようにする。信号は通常は一方通行のトンネルでも、対面に使う場合に対処出来るように配置しておかなくてはならない。

下記の故障或いは通行者の下記の動作により、交通信号は黄色の点滅となるようにする。

- 照明の故障
- 電話器、消火器を取り上げたとき
- 警報ボタンを押したとき
- 回線の故障

14. トラフィックカウンター

機械換気をしているトンネル、或いは一つの路線の中で、換気設備のあるトンネルが連続しているところでは、その一つに車輛計数器をとりつける。その型式は一般の道路部に設けているものと同じとする。設置箇所はA・S・F・と協議の上定める。

測定の結果は中央制御室に伝送される。制御室がない場合には、トラフィックカウンターのそば又は、車輛から障害をうけるおそれのない近くの安全な凹みに設けた記録器に記録する。

長いトンネルではA・S・F・に問合せ差分計数計をとりつける。その結果は中央制御室に伝送される。

15. 受配電

照明設備のあるトンネルでは、2つの系統から電力の供給を受けるか、或いは1つの系統から受電する場合は予備電源を設けるものとする。これらは経済的な比較をして都合のよい方をとればよい。長いトンネルで、片口で2系統を受電する場合は、一系統はある限られた運転状態をまかなえるものであればよい（昼間照明段階1、1/2換気）。

バッテリーによる緊急電源の場合は少なくとも2時間持続しなければならない。しかし経験によれば、長い停電に備えるためには、緊急電源の持続時間は、それに応じて長くしておかなくてはならない。

緊急電源は照明が中断されないようなものであるものとし、次の設備がある場合、これ等の設備の運転に十分なものとする：信号、監視設備、緊急照明、火災に対する緊急照明および中央制御室の照明等

動力の幹線および電話回線は火災の際に損傷をうけないように出来るだけトンネルの下部に配置しておく。

16. 中央制御室

中央制御室では換気、照明、信号の諸設備を運転制御する。運転操作はボタンを押すことによってなされる。同時に命令を示すランプが点滅する。運転に入ると間もなくそれに相応するランプは継続的に点灯する。すべての報告とか測定値は制御室に伝達される。

- 長いトンネル或いは交通量の多い短いトンネルの場合でも交通量の少ない時には制御室に入が常駐しなければならないことはないので、報告とか測定結果は最寄りの管理所に表示できるようにする。
- 延長が短かく、稀にしか交通量が多くないトンネルでは、報告は最寄りの管理所あるいは常に監視制御を行なっているトンネルの中央制御室に送られる。

中央制御室或いは管理所に集ってくる情報：

- 運転状況の報告
- 故障表示

故障は故障表示灯の点滅によって示される。その報告を確認した後は表示灯は継続点灯になる。故障表示は故障の発生場所でのみ解除することが出来る。

同じ測定器或いは同じシステムからの種々の故障表示は1まとめの警報として中央制御室に表示される。

- 交通に関するもの

電話の呼び出し、非常ボタンを押した時および火災報知器からの情報は表示されなければならない。各種の報告は次のように分類する。

a) 長いトンネルまたは交通量の多い短いトンネル：制御室への通報項目

運転に関する情報…… 電力の使用状況、換気の状態、照明の状態、CO含有量、透過率、交通量
故障表示…… 電力系統、換気、照明、CO計の故障
交通に関する情報…… 電話による通報、消火器を取り上げたことによる通報、非常警報ボタンによる通報、信号の状況

b) 長いトンネル或いは交通量の多い短いトンネルで管理所に通報を受ける場合

運転に関する情報…… 最大許容CO含有量の超過、最大許容透過率の超過
故障の警報…… 電力供給、換気、照明、CO計の総合警報
交 通…… a) の場合と同じ

c) 短かく交通量の少ないトンネル：それぞれの設備に見合った通報を管理所に行なう。

運 転…… 最大許容CO含有量の超過、最大許容透過率の超過
故 障…… b) と同様の総合警報
交 通…… a) に同じ

17. 消 火 栓

消火を考慮するトンネルでは、次の基準に基づく消火栓を設ける。給水本管は20 $\frac{1}{2}$ の水を送りうるものとする。その最小圧力は消火栓の位置で6気圧を下らないものとし、静圧は15気圧を超えないものとする。

消火栓は 150 m 以下の間隔で壁の凹みに設け、視界不良の場合でも識別し易いものとする。連結送水管の設置ができない場合には、貯水設備の容量は 250 m³ 以下であってはならない。

水は絶えず 2 ～ 3 割の割合で新しいものと入れかえる。空になった貯水槽は 6 ～ 8 時間以内に再び満水とすることができるようにする。

消火用水貯水設備には少なくとも次の設備を設ける：通常の溢流設備、水位低下警報装置のある水位計

消火栓の形式は次のものとする：主管径 100 mm、手動栓付き 55 mm 接続管 (Horiastück "Storz")

Ⅲ タンクローリーが多く通るトンネルへの追加基準

A・S・F・はあるトンネルにこの条件を適用するかどうかについては州との協議で決定する。

20. 構造の基準

トンネル内の壁、天井板および送排気ダクトの隔壁は不燃性の材料を使用する。これらの部分の設計には火災の際に必要な耐熱性を考慮するものとする。

車道空間の $\frac{1}{3}$ にあたる上の部分は下記の温度時間条件で設計する。

持続時間 (min)	1	2	4	7	10	15	20
温 度 (℃)	1000	1300	1200	1000	800	500	200

天井板は石油の蒸気の次のような爆発状態に耐えるものとする。

車道空間が 0 から 1 気圧に瞬間的に圧力上昇し、ついで 1 ミリ秒のうちに 1 から 0 気圧に直線的に減圧する状態。

2 本のトンネルを結んでいる連絡通路は他のトンネルに火災が出来るだけうつらないような設備とする。

避難路への高低差は出来るだけ階段を避け斜路とする。溢れだした可燃性の液体を排除するため切り込み型の排水溝を設ける (図-15)。

排水本管は、地山からの湧水量に加えて最大ピーク流量 200 $\frac{1}{8}$ を加えて設計する。ピーク流量は 65 秒以内に 100 $\frac{1}{8}$ に減少する。トンネル出口にはサイフォンを設ける。

排水本管に接続される導水管は同様にサイフォンとしておくものとする。局所的な排水管で断面が常に水で満されているものは例外としてサイフォンとしてなくても良い。

集水樹はおおよそ 50 m 間隔で設ける。通水能力は 100 $\frac{1}{8}$ とし、同様にサイフォン構造とする。

排水溝の爆発による通行者の負傷の危険をさけるため、集水樹の蓋は固定することが必要である。

21. 設備の技術基準

火災が発生した場合に速やかに発見するため、火災報知器は温度の上昇だけでなく、温度上昇の速度を測定感知しうるものでなくてはならない。

火災報知設備はガソリン 100 L の火災を検出しうるものでなければならない。

トンネルに火災が発生した場合、車輛がトンネルに進入するのを防ぐため、火災の警報によって進行方向のすべての交通信号は短時間の黄色現示の後赤信号に変るようにならなければならない。

大量のタンクローリーが通過することが予測される場合は、火災時の非常照明を備えるものとする。非常照明としては 50 m 間隔で通路から 50 cm の高さに 15 ワットの灯具をとりつける。この照明は危急の場合でも坑口の開口部の明るさによってその位置を定めることができるときには省略することができる。

Schlitzrinne

側溝のある標準断面の詳細

Caniveau fendu

