

# 鉄道トンネルにおける排煙システムの比較分析

辻本研究室 5107418 中岡 淳平

## 1. はじめに

鉄道トンネルにおける排煙システムは、トンネル内で行われる換気方式を前提に、換気・排煙システムとして考えられる。換気方式は、必要とされる新鮮空気量をトンネル内に供給するシステムであり、様々な方式が存在する。本研究では、換気・排煙システムの仕組み等を明確にし、比較分析を行い、新たなシステムや改善点の検証を目的とする。

## 2. 研究対象

青函トンネル、ユーロトンネルの2つの海底トンネルを研究対象とする。海底トンネルは、特殊条件であることから、地上トンネルに比べ、安全性が懸念され、万が一の事故・災害防止のために様々な安全対策が施されている。本研究では、火災時における海底トンネルの換気・排煙システムについて比較分析を行う。

### 3. 青函トンネル (1988年開通)

#### 3.1. 概要[図1]

本州側の津軽半島浜名と北海道側の松前半島湯の里とを結ぶ延長 53.85km の長大な海底トンネルであり、うち海底部は 23.30 kmとなる。海底部には、先進導坑、作業坑、本坑の3本のトンネルが存在し、車両は本坑内を複線トンネルで走行する。主な火災対策は、定点設備を中心に構成されており、定点は本来の目的以外にも竜飛海底駅、吉岡海底駅として公開されている。

#### 3.2. 換気システム

機械式の換気設備を用いて換気が行われ、この設備により、火災時の排煙も可能とされる。換気方式は、両側の斜坑口(送風機)から車両進行方向に送風し、先進導坑を通して海底中央部で本坑に入り、更に両本坑口に向かって排気する縦流換気方式である。また、常時に斜坑から本坑へと換気流を流さないようにするため、遠方制御で連絡トンネル前断面を開閉できる風門が設けられている。本坑内の換気量風速は列車走行によるトンネル内温度上昇等から 1m/s 程度としている。

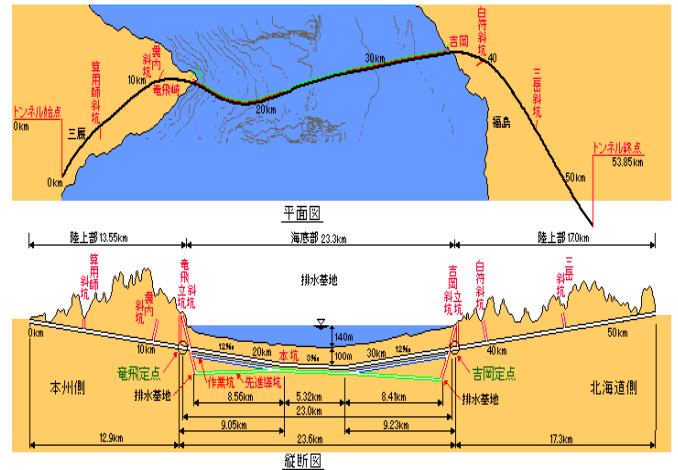


図1 青函トンネル<sup>1)</sup> 出典

### 3.3. 排煙システム

火災時は、立坑口に設けた排煙ファンを作動させると共に、斜坑から定点の短絡ルートにある遠制風門を開くことによって海底部に向かっていた換気流を直接定点に送り込む。定点部分における排煙能力は、2m/sの風速、10000m<sup>3</sup>/分の能力を有する。

火災時に乗客が安全に避難するためには、避難経路に煙が進入しないことが重要であり、作業坑は火災時の避難路にもなるので、空気圧は列車の通る本坑内の空気圧より高い。また、火災時に乗客が坑外へ脱出する手段として斜坑を利用することで、斜坑内の空気圧が本坑より高いことを優先している。その結果、斜坑から送風して、常時は本坑中央部に給気してトンネル両端の本坑口から排気し、火災時には、煙を立坑に設置された排煙機により排気する立坑排煙となっている。

### 4. ユーロトンネル (1994年開通)

#### 4.1. 概要[図2]

イギリスとヨーロッパ大陸(フランス)間のドーバー海峡を結ぶ延長 49.2km の長大な海底トンネル。直径 7.6m の単線シールドトンネル2本の間に直径 4.8m のサービストンネルを設けている。250m 毎に配置されている直径 2m のピストンリリーフダクトは、列車風対策

として設けられ、2本の本線を連絡している。また、375m毎に連絡扉を通じ、本線トンネルとサービストンネルを連絡する連絡横坑（非常通路）が設けられている。

#### 4.2. 換気システム[図3]

換気システムは、正常な換気システムと補足換気システム（主に火災時）の2通りに分けられる。

正常換気システムは、トンネル内の空気質を維持し、本線トンネル内における火災や大気汚染の発生から、避難経路であるサービストンネルの保護を目的とする。換気装置はイギリスのシェークスピア・クリフとフランスのサンガッテにそれぞれ設置されており、2つの装置はトンネル内に空気を供給するための変動調整ファンを持つ。換気経路は、空気シャフトを経由してサービストンネルへ新鮮空気を流入し、それぞれの本線トンネルを交差する38の連絡横坑に設置されている空気分配装置によって、本線へと換気が行われる。また、サービストンネルは新鮮空気を保ち、煙の流入を防ぐため、入口にあるエアロックを用いて本線トンネルより高気圧に設定されている。

#### 4.3. 排煙システム

排煙システムは、火災発生時に煙を除去することが定義されている補足換気システムに相当し、非常時のみに適応される。設備は、正常換気と同じく、シェークスピア・クリフとサンガッテに設置されている。それぞれには、可変速ファンが設けられており、火災時に必要とする最大限の気流の供給を可能としている。排煙は、本線トンネルを排煙側とし、サービストンネル内に煙の流入を防ぐため、本線のみで排煙を行う。

#### 5. まとめ

青函トンネルにおける換気システムは、斜坑に設置された送風機を利用し、強制的に空気を出し入れすることから、内部車両の動きに関わらず、換気が可能となり、深部にも適用する。しかし、この方式では駅やトンネル中間部に換気口を設ける場合、給気用と排気用の両方の換気塔や送風機を設置する必要があり、エネルギー消費が多くなるという欠点がある。また、一つのトンネル内に複線トンネルで車両走行しているため、列車風による影響で、換気量が不安定あるいは不十分になることも考えられる。排煙は、立坑による排

煙方式であり、立坑が存在しないユーロトンネルと対照的な点である。

ユーロトンネルは、換気方式の中でも最も安定した性能を得る横流換気方式である。国内における鉄道用トンネルでは横流換気方式の採用例はない。それは自動車トンネルと違い、排気ガスによる大きな換気容量を必要としないことが考えられる。排煙については、常時換気と異なる経路・設備により補足換気システムとして換気・排煙を行うのが特徴的である。

本研究を通じ、2つの海底トンネルの換気方式、排煙システムの違いが明確になった。比較対象を追加し、更に分析を行うことが今後の課題である。

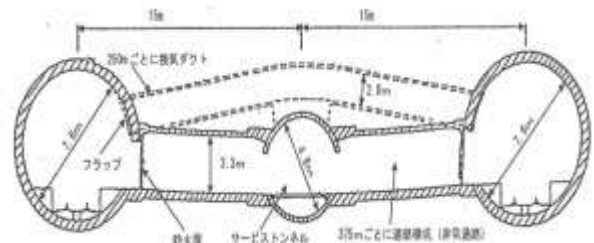


図2 ユーロトンネル断面図<sup>1)</sup> 出典

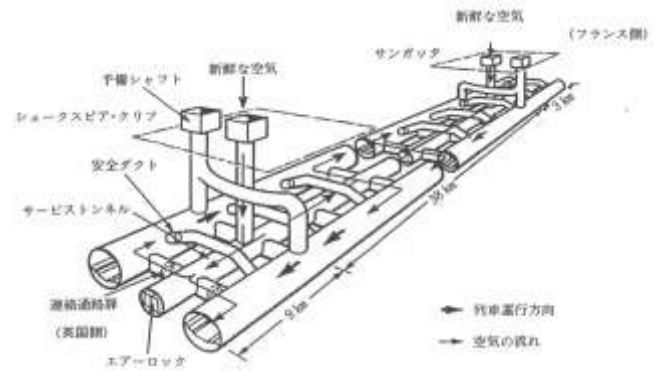


図3 ユーロトンネル（換気）<sup>1)</sup> 出典

#### <参考文献>

- 1) 国土交通省 都市・地域整備局大都市圏整備課 大深度地下利用室：平成15年度 大深度地下の公共的使用において配慮すべき安全の確保に関する調査票 報告書 (H16. 3)
- 2) 財団法人 高速道路調査会：大断面トンネルの非常用施設技術に関する調査研究 国連勧告 概要 (H15. 2)
- 3) 鉄道総合技術研究所：大深度地下利用打合せ資料 (2003. 3. 10)
- 4) 財団法人 消防科学センター：長大トンネルの防災対策に関する 調査研究報告書 (S63. 2)
- 5) INQUIRY INTO THE FIRE ON HEAVY GOODS VEHICLE SHUTTLE 7539 (1996. 11)

