石勝線 第１ニニウトンネル火災の検証

辻本誠研究室　5107037　今　和俊
5108020　小澤　竜也

1. 研究背景、目的

近年、長大化するトンネルや地下鉄、地下街などは出入口が限定された閉塞性の高い空間である。これら閉塞的な空間での避難誘導をより安全確実に行うための対策は喫緊の課題で、平成 21 年中における道路トンネル火災は 25 件、鉄道トンネル火災は 6 件となっている。[8)9)]

本論では、平成 23 年 5 月 27 日金曜日（21 時 55 分頃）発生した、北海道占冠村の JR 石勝線・第 1 ニニウトンネル火災を対象とし、本件トンネル火災が 1 人の死者も出さずに乗員・乗客全員が生還した要因を探るために、本件トンネル火災のプレスリリース・新聞記載記事・証言等を基に FDS 火災シミュレーションによる照査・検証を行う事で閉塞的な空間での避難安全対策を検討する。

2. 研究対象

北海道勇払郡占冠村字ニニウ 2953 番地、JR 石勝線・清風山信号場構内、第 1 ニニウトンネル（長さ：685m、勾配 4/1000 度）内{スノーシェルター部（長さ：約 163m）を含む}で発生した火災を対象とする。

3. 火災事故概要

3.1 石勝線事故について

3.1.1 事故概要

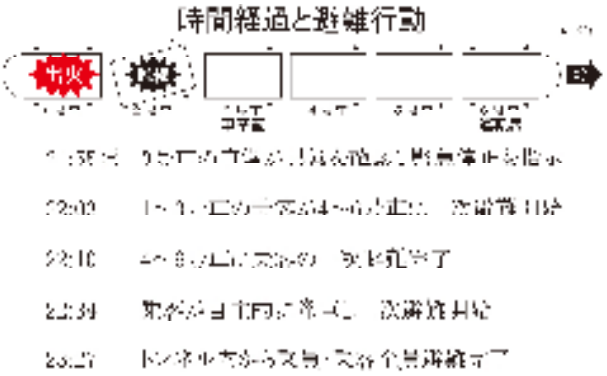
清風山信号場付近で車掌が異音を感知するとともに横揺れを感じたため、運転士に連絡、運転士は直ちに非常停止手配を取り、当信号場構内の第 1 ニニウトンネル内で停止した。当該車両には乗客 240 人の他、乗務員 4 人（運転士 1 人、車掌 1 人、客室乗務員 2 人）が乗車しており、トンネル構内を約 500m 徒歩で煙中避難することとなった。

3.1.2 車両概要

キハ 283 系 特急振子気動車 4014D 列車
釧路駅発 札幌駅行き スーパーおおぞら 14 号 6 両編成
形状…長さ 21.3m、幅 2.84m、高さ 3.375m、全長 127,8m
客席総数 291 席、火災時の乗車率は 82.5%であった。

3.2 プレスリリース・新聞記載記事・証言等による照査・検証

緊急停止から火災鎮火までの乗員・乗客の避難行動を時間経過と共に図-1（経過詳細一覧は本論に掲載）にまとめた。これらの照査・検証から火元から一時的に身を守るために 1 号車から 3 号車の乗客が 4 号車から 6 号車へ避難する一次避難までに 8 分間要し、さらに一時避難完了した 4 号車から 6 号車の乗客が車外へ二次避難するまでに 24 分間要していたことが推定された。また、火元の推定、火災認識の相違、煙中の視界、煙中歩行時間などが推測された。なお、トンネル内での緊急停止から乗員・乗客全員が避難完了までに要した時間は 1 時間 32 分である。以下、照査の手がかりとなる証言のみ記載する。



図－1　時間経過と避難行動

火元の推定

・21:55 頃「トンネルに入る直前ぐらいで、地面を引っかくようにガタガタと揺れた。窓から外を見ると車両から火が噴き出していた」朝日新聞 5 月 28 日土曜日（夕刊）

・21:55 頃「1 号車の複数の乗客が、進行方向右側に火を見たと話している。」朝日新聞 5 月 31 日火曜日（朝刊）

火災認識の相違

・22:04 車掌が後方車両の乗客に、前方に移動するよう呼び掛ける車内放送を聞き「車掌も火災を知っている」と思い込み乗客の移動を優先。北海道新聞 6 月 9 日木曜日（朝刊）女性客室乗務員(25)

・22:30 煙の勢いが強まっても「火災ではない」と思いこんだ。北海道新聞 6 月 1 日水曜日（朝刊）JR 北海道

煙中の視界

・時間不明「1 メートル先も見えないほど暗く、呼吸も困難になる煙の中、前後の人とぶつかりながらトンネルを歩いた。」日本経済新聞 5 月 28 日土曜日（夕刊）会社員（47）

・時間不明「パニックではなく、整然と励ましあって黙々と歩いた。煙がすごく 30 センチ先も見えないほどだった」十勝毎日新聞 5 月 29 日日曜日（日刊）男性医師（29）

煙中歩行時間

・時間不明「携帯電話の明かりを頼りにトンネルの壁を手で触りながら砂利道を約 10 分。」朝日新聞 6 月 2 日木曜日（朝刊）2 号車の男性会社員(56)

・22:45 頃「頃携帯電話や車両に備え付けられていた懐中電灯で足元を照らしながら、約 15 分かけて札幌方面の出口にたどり着いたという。」読売新聞 5 月 28 日土曜日（夕刊）

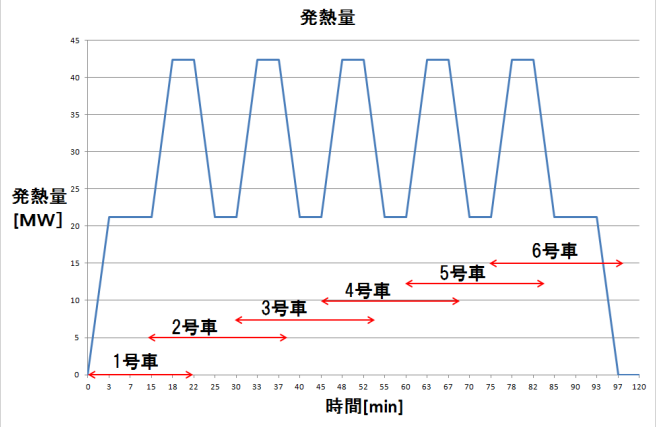
3.3 煙中歩行速度

上記の照査・検証から夜間およびトンネル構内、避難誘導設備等がないという条件下での二次避難から避難完了までの 53 分間の歩行速度が推定される。なお、濃い煙の中での歩行速度は、停電時などの暗中歩行速度（0.3m/sec 程度）とほぼ等しくなるといわれている。[2)3)] 煙中歩行時間は 10 分(600 秒)で 50m/min(0.83m/sec)から 53 分(3180 秒)で 9.43m/min(0.16m/sec)の間である。

4 FDS 火災シミュレーション

FDS による数値シミュレーションを用いてトンネル内の温度の様子を再現した。計算条件は以下の条件とする。

トンネル　　全長：850m、高さ：6m、幅：4m
一両の最大発熱量　21.2MW(1 車両分の最大発熱量)
一両の燃焼時間　　22 分
次の車両が延焼するまでの時間を 15 分毎とする。

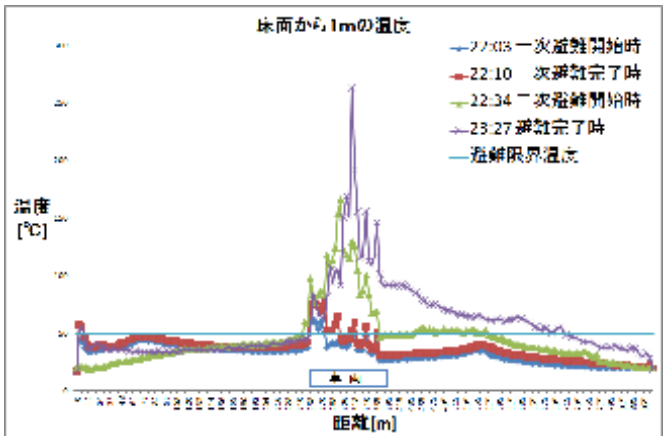


図―２　シミュレーション下での発熱量

火災発生から 3 分で発熱量 21.2MW、18 分で最大発熱量 42.4MW に達し、火災発生から 120 分後まで計算を行った。

また、本シミュレーションでは長さ 7m、幅 3m、高さ 2m の土台上面から発熱し、1 号車から順番に燃焼するとして計算を行った。

図―３はトンネル内の床面から１ｍの温度を示したグラフ、図―４はトンネル内の温度分布を表している。



図―３　床面から１ｍの温度

図―４　一次避難開始時、一次避難完了時、二次避難開始時の温度分布

人間が避難可能である限界の温度を 50℃と仮定した場合、23:27 の避難完了時のとき 710m までの地点で限界に達しており避難にこれ以上の時間を要した場合犠牲者が出ていたと推定される。しかし実際の火災ではマニュアルに則った確認作業や消火作業、避難者の動きなど種々の制約，困難を伴うこととなり、不確定要素を考慮しなければならず FDS による数値シミュレーションを用いての予測だけに頼ることが出来ない部分もあるが、燃焼開始からまもなく煙がトンネル内に充満していることからも、早急に避難を開始しなければならない状況であったといえる。

5 総括

本件火災の照査・検証結果から、閉塞的な空間での災害時に火煙から身を守るためにはトンネル長にかかわらず火災対策設備の充実とともに、なにより火災発生直後の迅速かつ的確な判断と行動が求められ、常日頃からの防災意識の重要性が浮き彫りにされた。とはいえ、夜間・トンネル構内・避難誘導設備等がないという条件下で壁や線路づたいに避難を余儀なくされたわけだが、煙中視界が極端に低いなかでも煙にまかれずに方向感覚を失うことなく避難できたのは、むしろトンネルという構造上単純明快な場所であったことに加えて、避難限界時間内にトンネル出口に到達できる距離であったこと、さらには煙中での避難行動において携帯電話等の情報端末の安全装置としての有用性が確認された点においては、今後のさらなる機能・性能の向上が期待される所である。

参考文献
1)日本鉄道建設公団札幌支社『石勝線建設工事誌』(昭和 57 年 3 月)
2)（社）日本火災学会 編『はじめて学ぶ建物と火災』共立出版株式会社（2007）
3)日本火災学会 編『火災と建築』共立出版株式会社（2008）
4)日本火災学会『新版 建築防火教材』株式会社工業調査会（1984）
5)中尾政之 著『失敗百選－41 の原因から未来の失敗を予測する』森北出版（2005）
6)『No,340 鉄道ジャーナル 1995 年 2 月号』株式会社鉄道ジャーナル社
7)『No,433 鉄道ファン 1997 年 5 月号』株式会社交友社
8)消防庁編『消防白書 平成 16 年版』株式会社ぎょうせい（2004）
9)消防庁編『消防白書 平成 22 年版』佐伯印刷（2010）
10)朝日新聞『縮刷版 No.1079・No.1080』(2011.5)（2011.6）
11)読売新聞『縮刷版 No.633・No.634』(2011.5)（2011.6）
12)毎日新聞『縮刷版 No.737・No.738』(2011.5)（2011.6）
13)日本経済新聞『縮刷版 5 月号・6 月号』(2011.6.25)（2011.7.25）
14)北海道新聞『縮刷版 5 月号・6 月号』(2011.5)（2011.6）
15)十勝毎日新聞　平成 23 年 5 月 28 日土曜日（日刊），平成 23 年　5 月 29 日日曜日（日刊）
16)石勝線 清風山信号場構内で発生した列車脱線事故について 北海道旅客鉄道株式会社 2011 年
17)第 4 回協議会　資料 北海道旅客鉄道株式会社　2011 年
18)トンネル内における列車火災時の処置手順　北海道旅客鉄道株式会社　2011 年
19)緊急時のお客様避難誘導マニュアル（抜粋）北海道旅客鉄道株式会社　2011 年
20)安全性向上のための行動計画　北海道旅客鉄道株式会社　2011 年
21)事業改善命令・改善指示に対する報告について　北海道旅客鉄道株式会社　2011 年
22) 石勝線　第一ニニウトンネル　変状展開図　国土交通省　2011 年