

IV-31

トンネル内風速が自動車火災に与える影響について

建設省土木研究所 正会員 堀内浩三郎
秋山 清

1. まえがき

道路トンネルは、一般の明り部と異なり閉鎖された空間であるため、道路利用者の通行に安全な環境を確保するように、換気、照明、非常用施設など各種の設備が設置されている。

近年、道路トンネルでは、線形の重視等の理由によるトンネル延長の増大化傾向に加えて交通量の著しい増加のため、トンネル防災に対するこれらの設備の重要性が認識されている。特に、トンネル内で発生する自動車火災は、さわめてまれであるが、発生した場合の被害は東名高速道路の日本坂トンネルの例に見られるように重大な事故に発展する可能性が大きい。これに対しトンネル諸設備の計画、設計および運用方法の検討の際の基礎資料を得る目的で実験を行い解析検討を行っている。今回行った火災実験では、縦流換気方式において火災が発生した場合の燃焼状況、煙の挙動、熱気流(温度)の分布を把握するとともに水噴霧の効果について検討した。

2. 実験方法

実験は、建設省土木研究所内の実大トンネル実験施設(延長約400m、断面積57.3m²、送風機風量300m³/s)を用いて、図-1に示すように、火源(ガソリン火皿および乗用自動車)を坑口から115m地点に設置し、実験条件として坑内風速および水噴霧の有無(表-1)を考慮して行った。

計測は、熱気流(温度)分布、煙の濃度分布、有害ガス濃度分布(一酸化炭素濃度(CO)、窒素酸化物濃度(NO_x))、風速分布および燃焼速度の各項目について実施した。また、水噴霧については、点火から2分経過後に火災がほぼ鎮火するまで(20分程度)噴霧(6ℓ/minm²)を行った。

3. 実験結果

実験はガソリン、自動車について行ったが、ここでは、自動車火災がほぼ安定する4分経過後におけるデータを用いて解析、検討を行った。

3.6. トンネル内風速

図-2に示すように3地点で行った。火源から70m地点で見られるように風速が0%の場合上層では熱気流が坑口方向へ流れ、下層では火源の方へに流れるという完全な2層流が形成されたが、風速が1%以上になると、図中の3地点で見られるように全断面一様な風速が坑口方向へ流れる。

3.2. トンネル内温度分布

図-3は、火源より5m、10m地点の断面内の温度分布を示したものである。風速が0%の場合トンネルアーチ部が最も高温であるが、風速が3%になると風速によって攪拌されている。

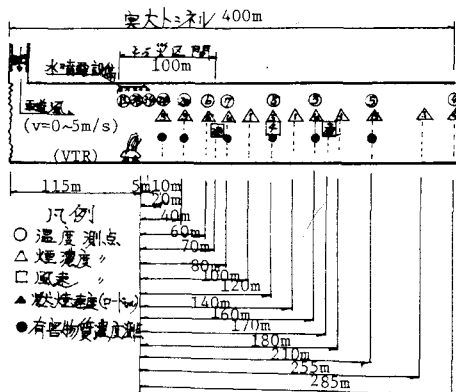


図-1 トンネル火災実験施設要図

表-1 実験条件

Test No	燃焼物 種類	燃焼物 数量	トンネル 風速	水噴霧 の有無	備考
1	ガソリン	2m ²	1%	無	144℃
2	〃	〃	3	〃	
3	〃	〃	5	〃	
4	〃	〃	1	有	
5	〃	〃	3	〃	
6	〃	〃	5	〃	
7	小型車	1台	0	無	乗用車
8	〃	〃	1	〃	
9	〃	〃	3	〃	
10	〃	〃	5	〃	
11	〃	〃	1	有	
12	〃	〃	3	〃	
13	〃	〃	5	〃	

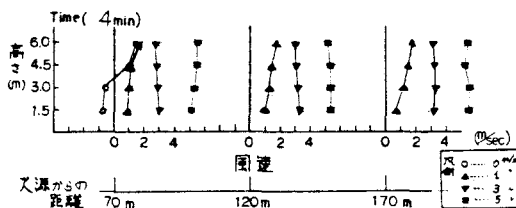


図-2 トンネル鉛直方向の風速分布

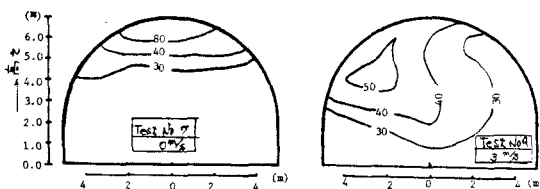


図-3 10m地点の断面内の温度分布

図-4は、トンネル縦断方向の熱気流(温度)分布がどのように変化するかを示したものである。風速が0%の場合トンネルのアーチ部にあって熱気流が坑口に向って攪拌されずに2層流で流れ、風速が3%、5%になると熱気流が攪拌され温度分布がトンネル全体に一樣化となる。

図-5は、火源より40m地点における路面より1.5m、6.5mの高さの温度の経時変化を示したものである。路面からの高さおよび風速に関係なく水噴霧を行うと温度が急に低くなっている。

図-6は、火源より5m地点の鉛直方向の温度分布を示したものである。両地点も風速が大きくなると温度の最高値が路面に近づいているが、火源より10m離れると高さ1.5m付近では、ほとんど熱による影響はないようである。

3.3 トンネル内煙濃度分布

図-7は、火源より40m地点の路面より高さ1.5m、6.5mの煙濃度の経時変化を示したものである。風速1%では、高さ6.5mの濃度値(1%)大きい。風速3%以上になると攪拌されるため濃度値(1%)が小さくなる。また、水噴霧を行うと風速1%の場合、路面からの高さに関係なくトンネル全断面一様な濃度値(1%)となり非常に濃度値が大きくなって見方が悪くなるが、風速が3%より大きくなると水噴霧による影響がなく、濃度値が小さい。

3.4 トンネル内有害ガス濃度分布

図-8に示すような地点で路面より1.5mの高さで測定を行った。CO濃度10~100PPM、NOx濃度で0.2~3.0PPMであった。

4. まとめおよび今後課題

小型車1台当りの火災による風速、水噴霧による影響のデータが得られた。今後このデータをもとに火災規模、燃焼物の種類および類焼等の実験を行いトンネル内火災の温度分布、煙濃度分布、および水噴霧効果等について把握していきたいと考えている。

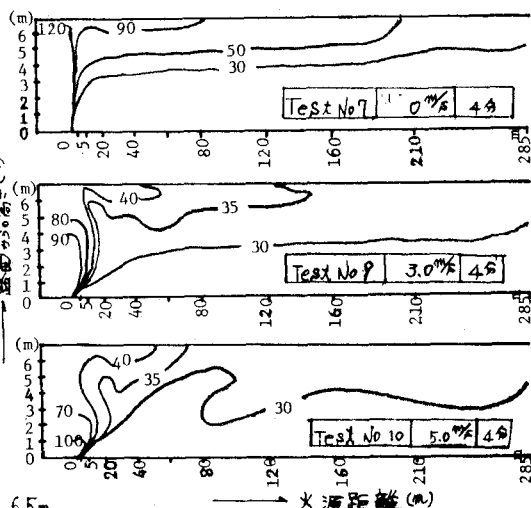


図-4 トンネル縦断方向温度分布

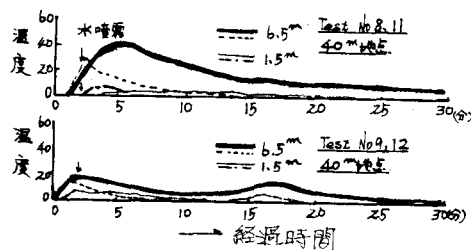


図-5 40m地点の温度の経時変化図

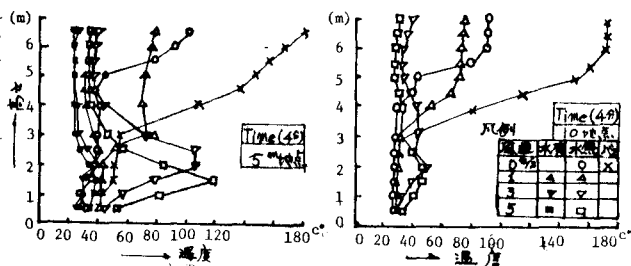


図-6 トンネル鉛直方向の温度分布

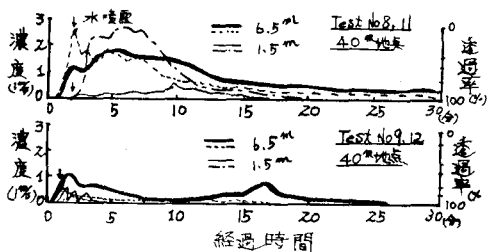


図-7 煙の濃度分布