

지하철 정거장의 列車風에 관한 조사연구

A Research Study for Wind Environment of Subway Station

신태균*
Shin, Tae-Gyun

김영덕**
Kim, Young Duk

ABSTRACT

When the train travels quickly, in the center of city subway tunnel the strong wind blows caused by its piston effect, and the train wind blows while train enter the subway station with this effect. The train wind brings unpleasantness which passenger's hair wavering and the skirts of passengers flapping severely, and critical situations to the old and the weak people. It considers seriously like this, the research is meant to find extent of subway train wind influence on the passengers from the part Seoul subway stations.

1. 서론

서울과 같은 대도시에서 대중교통수단으로 지하철을 건설·운영하고 있다. 도심지 지하철은 주로 지하에 터널을 뚫어 열차를 운행시키는데 터널내를 열차가 고속도로 주행할 때 피스톤작용에 의하여 빠른 공기흐름이 발생하며 승강장에서는 이 영향으로 열차가 정거장에 진출입할 때 강풍 즉 열차풍이 발생한다.¹⁾

이 열차풍은 강풍으로 인하여 대기중인 승객들에게 머리카락과 옷자락을 심하게 날리게 할 뿐만 아니라 의지대로 서있지 못하게 되거나 또는 노약자의 경우에는 승강장에서 선로 밑으로 떨어질 위험에 처하기도 한다. 뿐만 아니라 이 열차풍은 터널 혹은 선로에 있는 먼지를 비산 혹은 유입시켜 승강장의 공기질 또한 악화시키고 있다. 그러나 아직까지 이러한 환경문제에 대한 구체적인 연구는 극히 일부분에 지나지 않는다.

따라서 본 연구는 이러한 점에 초점을 맞추어 서울 지하철의 일부 승강장에 대하여 터널 및 승강장 형태 등에 따라 승강장 위치별로 풍속을 측정하여 승객들에게 미치는 영향을 조사연구한다.

2. 열차풍의 정의와 연구범위

열차가 터널을 고속도로 주행할 때 피스톤 효과에 의해 열차의 전후 및 주변에서 발생하는 강풍을 열차풍이라고 본 논문에서는 정의 한다.

이러한 열차풍의 풍속변화요인을 요약하면 다음과 같다.²⁾

- 1) 열차의 운전속도와 편성수, 운전시격
- 2) 터널 단면적과 열차의 단면적비
- 3) 터널의 형태, 길이 및 선형
- 4) 터널의 환기 방식 및 환기구 위치
- 5) 승강장 구조

* 경석엔지니어링 전무이사, 경희원

** 관동대학교 환경공학과 교수

등이며 본 논문에서는 터널의 형태와 정거장 구조의 변화에 따른 승강장내에서의 열차풍 풍속을 실측으로 검토한다.

3. 승강장의 패턴과 열차풍

지하철은 통상 2개의 선로를 나란하게 지나도록하여 서로 반대방향으로 열차가 주행하며, 약 1Km정도마다 정거장을 두어 열차를 정차시켜 승객을 승하차케한다. 승강장에서 발생하는 열차풍은 선로 및 정거장 구조형태에 따라서 크게 다르게 나타나고 있다.

정거장의 종류는 그림1의 (1)과 같이 정거장과 정거장사이 양방향 선로를 분리하여 2개의 터널을 병렬로 건설("단선병열"터널이라 한다)하며, 이러한 선로에 연결된 정거장은 선로사이 중앙부에 승강장을 설치하는데 이러한 구조를 "섬식승강장"이라한다. 또한 두 번째는 그림 1의 (2)와 같이 2개의 선로를 붙여 한다면("복선터널"이라한다)으로 터널 단면적을 크게 하여 한다면내에서 선로가 두 개 설치되어 정거장은 각 선로 양쪽 외측에 승강장을 두는데 이러한 승강장을 상대식 승강장이라고 한다.²⁾

따라서 열차가 승강장으로 진출입할 때 발생하는 열차풍은 매우 다른 양상을 나타낸다. 일반적으로 상대식승강장에 비해 섬식승강장이 터널 단면적 폐쇄율이 크기 때문에 터널내의 공기유동이 크고 또한 승강장내의 열차풍이 강하게 발생한다.

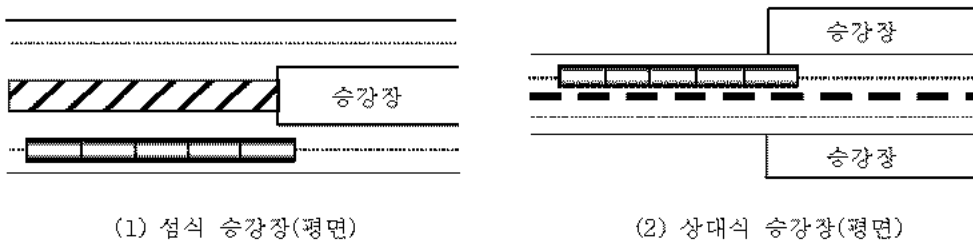


그림1. 지하철선로 및 정거장 개요

이렇게 발생한 열차풍이 정거장으로 진입해 들어오는 열차와 함께 흘러들어오다가 그림2와 같이 정거장 후방 30~70m 지점 선로 터널 상부에서 지상으로 뚫린 환기구를 통해 외부로 일부 유출시키고 남은 열차풍이 정거장내 승강장으로 유입된다.

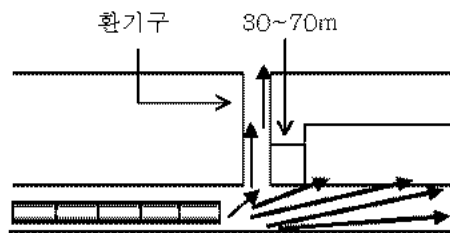


그림2. 승강장에 발생하는 열차풍의 개요(단면)

4. 열차풍속 측정 및 결과

4.1 풍속측정의 개요

서울지하철 5호선 정거장 중에서 환기구 위치 및 환기방법과, 승강장 및 터널구조 형태별로 열차풍의 풍속을 측정한 결과 단선병렬터널에 연결된 섬식승강장에서 풍속이 5.92~8.39m/sec로서 상당히 큰 값이며, 폐쇄단면적이 큰 복선터널에 연결된 상대식 승강장의 풍속은 1.09~2.42m/sec로 나타나 섬식승강장에 비해 월등히 적은 값으로 나타났다.⁹⁾

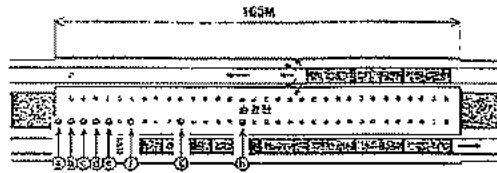
따라서 본 조사에서는 표1과 같이 섬식 승강장 3곳과 상대식승강장 1개소를 선정하여 승강장 승차위치에서 중단 및 횡단으로 1.5m 높이에서 풍속을 측정하였다.

표1 측정장소

승강장의 형태	측정역사명
섬식(3개소)	충정로, 공덕, 광화문
상대식(1개소)	애오개

측정점위치는 중단상(열차진행방향)으로 안전선을 따라 승차위치에서 측정하였다. 횡단상으로는 안전선에서 승강장 내부 0.8m간격으로 5개지점에서 측정하였다.

풍속계는 KANOMAX 제품인 ANEMOMASTER MODEL-6631을 사용하였다.



(거리의 역사에 따라 조금씩 다르며 표2와 같다)

그림3. 중단상 측정점 위치

표2 중단상 측정점

지점 역사명	거리(m)							
	a	b	c	d	e	f	g	h
광화문	0	4.2	9.03	13.86	18.69	28.35	47.67	71.82
충정로	0	4.83	9.66	14.49	19.32	28.98	48.3	72.45
공덕	0	3.2	8.03	12.86	17.69	27.35	46.67	70.82
애오개	0	3.7	8.53	13.36	18.19	27.85	47.17	71.32

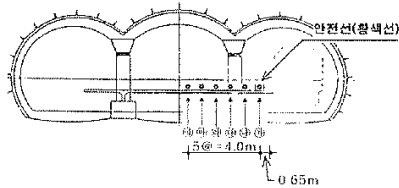


그림4. 횡단상 측정점 위치(종단상 측정점㉔)



사진1. 풍속 측정장치

4.2 측정결과

열차가 정거장에 진입하여 정차할 때까지 안전선을 따라 종단선상의 측정점마다 최대 풍속을 측정된 결과 그림 5와 표 3과 같이 열차가 정거장의 최초 진입지점을 지나면서 풍속이 감소하는 것으로 나타났다.

섬식 승강장의 경우 진입지점(그림5의 ㉔)에서 9.53~9.79m/sec로서 고풍속을 나타냈으며, ㉔ 지점에서 ㉕(20m)지점까지는 6.0m/s이상의 고풍속을 유지하는 것으로 나타났다. 따라서 이 지점에서의 풍속은 승객에게 불편감을 줄 뿐만 아니라 노약자의 경우 상당히 위험한 것으로 나타났다. 승강장의 공간 부분에 해당하는 ㉖ 측정점에서는 2.05~2.57m/sec의 풍속을 나타냈다.

상대식 승강장의 경우는 각 측정점마다 풍속이 거의 같으며 진입지점에서 2.45m/sec정도도 섬식승강장에 비해 적었다.

섬식승강장에서 승강장 횡단면상(종단상의 측정점㉔)에서 측정된 결과를 그림 6과 표 4에 표시했다. 풍속은 전반적으로 내측으로 들어갈수록 풍속이 감소하나 안전선에서 3.05m지점까지는 6.0m/s의 고풍속을 유지하나 3.85m 이후부터 풍속이 하향하고 있음을 알 수 있었다. 따라서 열차의 안전선에서 내측으로 3.0m의 범위(종단상㉔-㉕)에서 열차풍에 의한 일약한 풍환경을 나타냈다.

사진 2는 중경로 역사에서 열차풍이 발생한 때 풍단상 측정점③에서 대기풍의 승객을 환영한 것으로서 심하게 머리카락과 옷이 날려 고개를 뒤로 돌리는등 열차풍이 승객에게 상당한 피해를 끼치고 있는 것을 알 수 있었다. 측정결과에서 나타난 것과 같이 이 범위내에서의 열악한 풍환경이 현실임을 확인하였다.

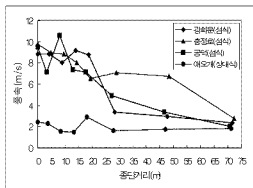


그림5. 풍단상 측정 풍속
(X축의 풍속 측정거리는 ㉔지점을 기준으로 열차진행방향으로 거리임)

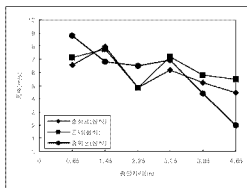


그림6. 평단상 측정 풍속
(풍단상 ㉔측정점)

표3. 풍단상 풍속측정결과

지점 역사형	풍속(m/sec)								비고
	㉔	㉕	㉖	㉗	㉘	㉙	㉚	㉛	
광화문	8.81	8.80	8.00	9.18	8.79	3.37	2.99	2.36	상 대 식 승 강 장
충정로	9.79	8.95	8.83	8.00	6.53	7.05	6.77	2.57	
광덕	9.53	7.17	10.6	7.32	7.16	4.95	3.4	2.05	
예오개	2.45	2.31	1.54	1.51	2.92	1.59	1.74	1.85	상 대 식 승 강 장

□ : 송풍기 가동중

표4 평단상 풍속측정결과

구분	풍속(m/sec)					
	㉔	㉕	㉖	㉗	㉘	㉙
광화문	8.79	6.82	6.51	6.97	4.41*	1.95*
충정로	6.53	7.94	4.87*	6.2	5.22	4.45
광덕	7.16	7.78	4.87*	7.2	5.77	5.49

* : 지지기둥의 영향으로 풍속이 작게 나타나고 있음



사진2. 열차풍에 의한 피해

5. 결론

지하철 터널에서 열차주행시 발생한 열차풍이 정거장의 승강장에 대기중인 승객에게 미치는 영향의 정도를 판단하기 위하여 서울 지하철 5호선 일부 승강장에서 실시한 풍속측정조사 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 설석 승강장의 경우 승강장의 열차 진입지점의 풍속이 9m/s정도로 상당히 컸고 열차풍은 대기중인 승객의 머리카락과 치마를 실하게 날리는 등 특히 여성에게 큰 불편을 주고 있는 것이 관찰되었다. 따라서 측정결과에서 나타난 것과 같이 안전선에서 내측으로 3.0m지점까지는 열악한 풍환경을 나타내고 있으므로 방풍대책 강구가 필요하다.
- (2) 승강장으로서의 열차풍에 의해 정거장 공기환경이 열악하므로 쾌적한 지하공간 조성과 이용객 안전을 위한 screen door등의 대책이 필요하다.
- (3) 상대식 승강장은 설석 승강장과는 달리 풍속이 크지 않았다.

따라서 지하철 건설시나 기존영종인 지하철에 대하여 특히 설석 승강장에 유입되는 열차풍을 감소시킬 수 있는 방안의 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 서울시지하철건설본부(1996), "제3기 서울지하철 공기오염방지개선 방안 연구", pp.9~15
2. 이종득, "철도공학", pp.221~237, 노해출판사
3. 서울시지하철건설본부(1995.5 Vol7.), "제2기 지하철 전선기술사례", pp.88~92