

열차 통과로 승강장 안전문에 발생하는 풍하중에 대한 수치해석적 연구

Numerical Study for Wind Load applied to the Platform Screen Door

induced by Passing of Trains

최춘범*[†], 심정연*, 이권희*

Choon-Bum Choi*[†], Jeongyeon Shim*, Kwon-Hee Lee*

초 록 지하 상대식 승강장, 지하 섬식 승강장, 지상 상대식 승강장에 대해 열차 무정차 통과에 따른 승강장 안전문에 가해지는 풍하중을 수치해석적으로 분석하였다. 승강장 중앙 위치에서 압력을 계산한 결과, 열차가 진입함에 따라 압력은 서서히 증가하여 열차 전두부가 압력 측정 지점을 통과하기 직전에 최대 정압에 이른다. 열차 전두부 통과 직후 압력은 급격히 감소하는 형태가 공통적으로 나타난다. 지하 섬식 승강장에서 가장 높은 정압이 계산되었으며 지상 상대식 승강장에서 가장 낮은 정압이 계산되었다. 이는 한국철도표준규격에서 제시하는 설계기준을 모두 만족한다.

주요어 : 승강장 안전문(Platform Screen Door), 풍하중(Wind Load), 수치해석, 전산유체, ADINA

1. 서론

도시민들의 신속한 교통수단으로 자리매김하고 있는 도시철도는 하루 평균 수만 명의 승객이 이용 중이다. 한편 승강장 내의 먼지와 차량 소음, 열차풍은 이용객들에게 불쾌감을 주고 있으며, 선로추락 및 투신자살과 같은 생명과 직결된 안전사고 또한 위험요소로 부각되어 왔다. 이와 같은 환경과 안전의 불안요소들을 개선하기 위해 승강장 안전문(PSD)의 설치는 이미 보편화되었다.

본 연구는 열차 통과로 인해 승강장 안전문에 가해지는 풍하중을 수치해석적으로 분석하였다. 승강장의 형태는 지하 상대식(하남선), 지하 섬식(신림역), 지상 상대식(성수역) 3개의 실제 역사를 대상으로 수치해석을 진행하였다. 단, 비교 평가를 위해 열차 및 승강장 길이가 164m인 5호선 강일역은 2호선과 동일한 200m로 가정하여 모델링하였다.

2. 본론

2.1 수치해석 방법

범용 CAE 프로그램인 ADINA를 이용해 수치해석을 진행하였으며, 열차의 이동을 모사하기 위해 moving wall 경계조건을 사용함에 따라 ALE(Arbitrary-Lagrangian-Eulerian) 방정식이 적용되었다. 최소격자는 0.22m이며 총 격자수는 845,600개를 사용하였다. 난류모델은 경계층 해석에 적합한 것으로 알려진 SST $k-\omega$ 모델을 사용하였다.

2.2 경계조건

열차 표면 및 승강장 내 고체 표면에는 wall 조건이 사용되었으며 특히 열차 전두부 표면 및 후미부 표면에는 moving wall 경계조건이 사용되었다. 지하역사의 열차 진출입부 표면에는 uniform flow 조건이 적용되었으며, 지상역사의 계산영역 외부 표면에는 zero pressure 조건이 적용되었다. 열차의 속도는 22.22m/s가 적용되었으며 무정차 통과를 가

† 교신저자: cbchoi@ablemax.co.kr

* (주)에이블맥스 CAE사업부

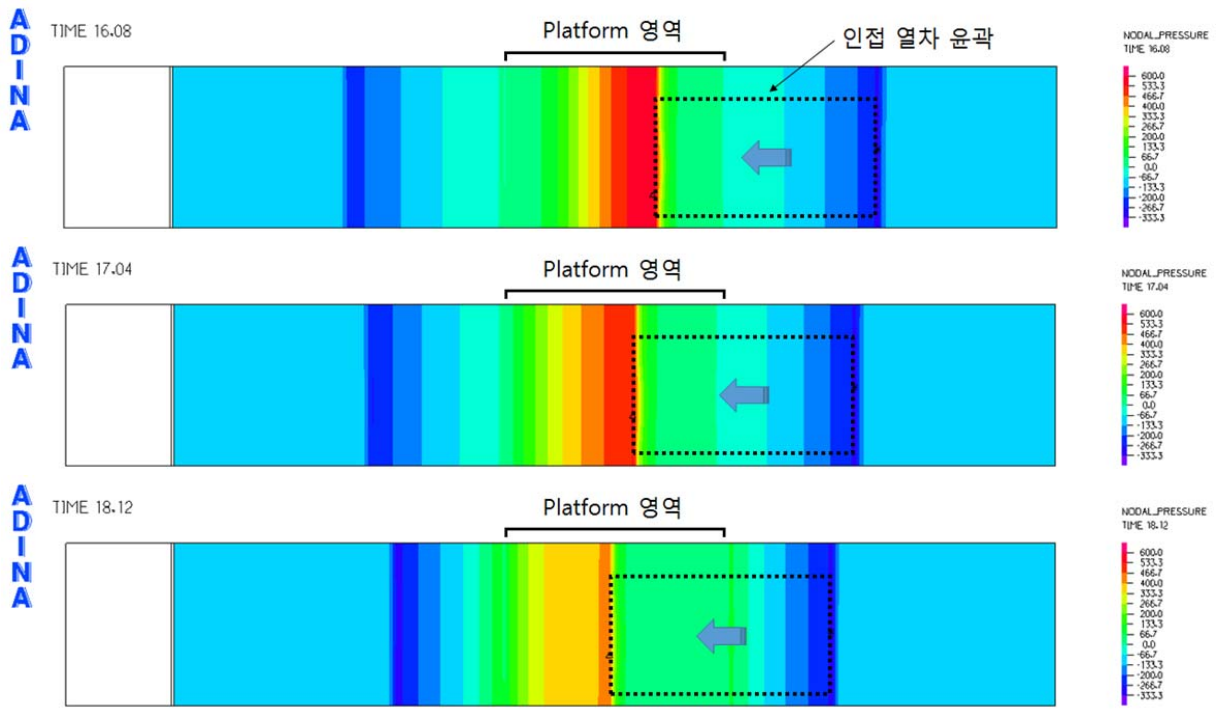


Fig. 1 Pressure contours on the plane

정하였다.

계산되었다.

2.3 수치해석 결과

2.3.1 승강장 안전문 표면 압력 변화

열차가 신림역 선로를 통과함에 따라 승강장 안전문 표면에 발생하는 압력 분포를 시간별로 Fig. 1에 표시하였다. 마지막 시간인 18.12초는 열차 전두부가 승강장 중앙 위치를 통과하는 시점과 유사하다. 열차 진입에 따라 승강장 중앙 위치에서의 압력이 상승하다가 승강장 중앙 위치에서 두 열차가 교차하기 직전에는 압력이 다소 감소한 것을 확인할 수 있다.

2.3.2 승강장 중앙 압력의 시간 변화

3가지 승강장 형태에 대해 승강장 중앙 위치에서의 최대 압력을 시간에 따라 도시하여 Fig. 2에서 비교하였다. 압력 측정 위치인 승강장 중앙을 열차 전두부가 통과하기 직전에 최대 압력이 형성되며 전두부 통과 직후에는 압력이 급격히 감소하는 것이 공통된 현상이다. 지하 섬식 승강장에서 최대 정압이 계산되었으며 지상 승강장에서 가장 작은 정압이

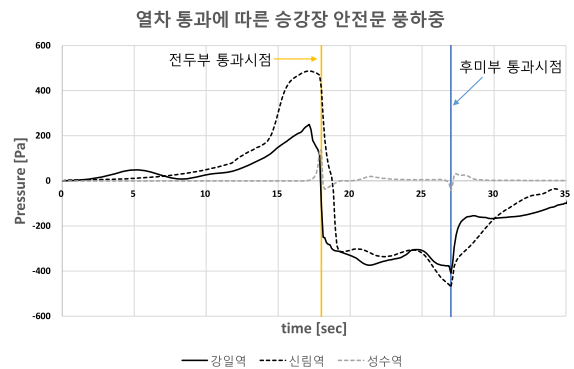


Fig. 2 Temporal variation of pressure on PSD

3. 결론

지하상대식 승강장, 지하 섬식 승강장, 지상상대식 승강장에 대해 열차풍 해석을 진행한 결과 지하 섬식 승강장에서 최대 정압 487Pa 이 계산되었다. 이는 한국철도표준규격^[1]에서 제시한 기준 992Pa을 만족한다.

참고문헌

[1] 한국철도표준규격 KRS SG 0068-17(R)