

지하철 정거장 균열발생 원인 분석

김학수

호남대학교 토목공학과 조교수

1. 서론

현재 서울을 비롯한 5대 광역시에 지하철이 계획, 시공되고 있다.

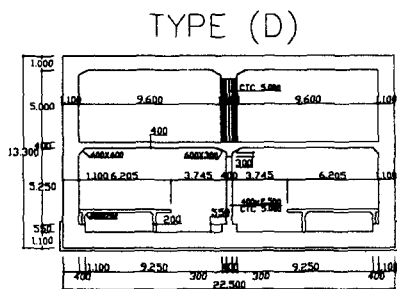
이와 같은 지하철은 많은 사람들이 이용하는 대중교통 수단이므로 설계 시 작용하는 하중조건을 모두 고려하여 설계를 하고 있지만 Box형으로 시공된 지하철 구조물의 본선 및 정거장에 대해 점검한 보고서를 참고하면 본선보다는 정거장에서 많은 균열이 발생되고 있다.

따라서 본 논문에서는 Box형으로 시공된 정거장 구조물에 대하여 균열이 발생된 형태와 원인을 연구하여 추후 시공하고자 하는 정거장구조물에 대해 균열발생 억제방안을 도출하고자 한다.

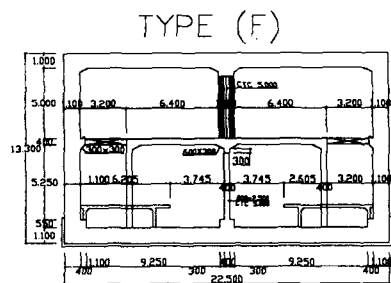
2. 현장조사

(1) 대표단면

본 논문에서 연구대상으로 한 정거장을 폭이 18.3 ~ 22.5m, 길이 165m, 높이 13.3m인 총 지하2층으로 이루어진 Box형 구조물이며 시공된 대표적인 단면은 다음과 같다.



<그림-1> 대표단면 D

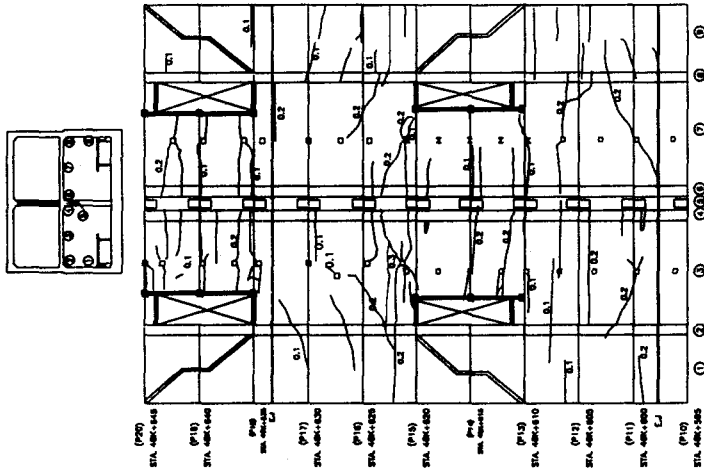


<그림-2> 대표단면 F

(2) 균열조사

본 연구대상 지하철역사에 발생한 균열은 대표단면D와 대표단면F에서 조사된 균열발생형태를 그림에 나타내었으며 균열발생의 특징은 설계 시 지하에 설치되는 상자형 구조물로 보아 길이방향 단위 폭만을 고려한 2차원 라멘구조로 단순화하여 해석할 때 계산된 위험단면에서 균열이 발생되지 않고 그림과 같이 횡방향으로 균열이 발생되어 있다.

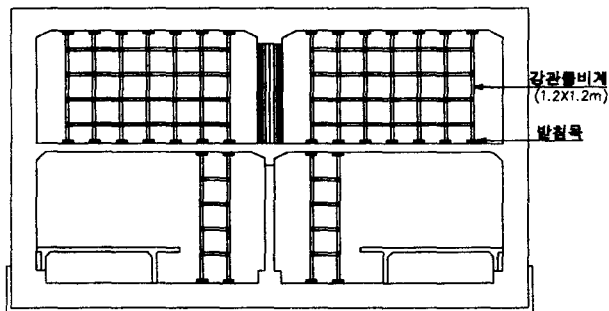
① 균열형태



<그림-3> 균열패턴

② 균열 발생시기

본 역사에 발생한 균열은 2층 상부슬라브를 타설하기 위해 2층하부에 동바리를 설치하고 그 밑에 상부슬라브의 하중을 기초로 전달하기 위해 2개의 동바리를 그림과 같이 지지한 후 2층 상부 슬래브를 타설하였으며 거푸집과 동바리를 제거한 수일 후 균열이 발생된 것으로 조사되었다. 이때 지하철을 시공하기 위해 설치된 H Pile은 구조물에서 Block out 시킨 상태이다.

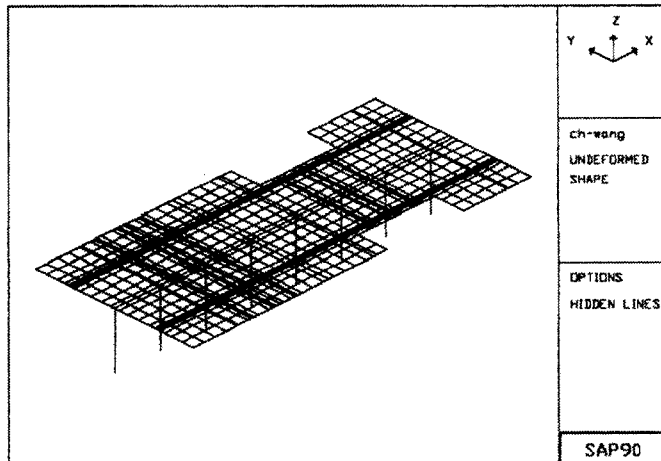
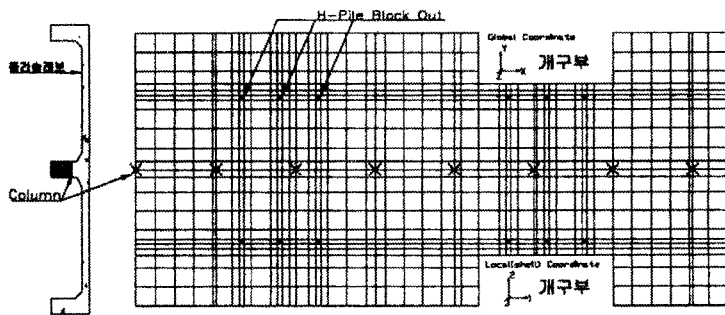


<그림-4> 동바리 시공현황

3. 구조해석

(1) 해석모델

본 지하철 정거장에 발생된 균열발생 원인을 분석하기 위하여 구조해석을 실시하였다. 본 정거장에서는 균열발생이 2차원 라멘구조로 해석할 때 계산되는 위험 단면 방향으로 균열이 발생되지 않았고 개구부가 있으므로 본 구조해석을 3차원 구조 즉 단위폭만을 고려하여 해석하지 않고 길이방향을 고려하여 3차원 구조로 해석하였다. 이때 상부슬라브 타설 시 동바리로 전달되는 하중이 측벽에도 영향을 미쳐 측벽을 고려한 3차원 부재로 해석해야 하나 해석모델을 작성하는데 상당히 많은 시간이 소요되므로 이부분이 경계조건을 고정단으로 가정하였고 슬래브를 지지하는 동바리는 Spring요소로 보고 해석하였다.



<그림-5> 모델링

(2) 해석 Load Case

균열조사에서 검토된 바와 같이 정거장에 발생한 균열은 일방향 슬래브이므로 정거장의 길이방향으로 균열이 발생되어야 하나 단면방향으로 균열이 발생되고 있으므로 동바리 지지를 한 경우와 하지 않을 때로 나누어 2방향으로 발생하는 Moment의 값을 조사하였으며 H-Pile을 Block out 시킨 영향을 알아보기 위해 Block out이 있는 경우와 없는 경우에 대해서도 계산하였다.

4. 해석결과 및 고찰

상부 모델에 상부슬래브 콘크리트 타설 시 작업하중에 의해 계산된 모멘트 값을 <표-1>에 나타내었다.

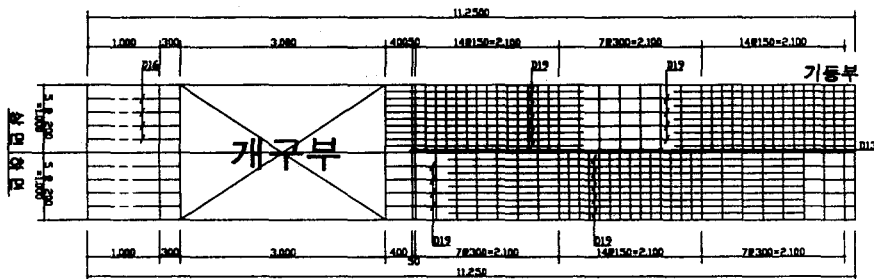
<표-1>

	절점 H-Pile Block out 시킨 곳		절점 계단 개구부		절점 정보멘트부	
	M _{xx}	M _{22_{vv}}	M _{xx}	M _{vv}	M _{xx}	M _{vv}
동바리 설치를 하지 않는 경우	3.349 (2.590)	27.500 (17.970)	-2.350 (-2.376)	-13.825 (-13.976)	0.816 (0.824)	7.481 (7.461)
동바리를 설치하는 경우	1.281 (0.869)	10.913 (6.906)	-1.568 (-1.586)	-9.221 (-9.331)	0.724 (0.730)	4.304 (4.296)

(())는 H-Pile Block out이 없는 경우)

원 설계에서는 설계시 구조물이 모두 완성되었을 경우에 대해서만 해석하고 길이방향 1.0m을 고려하여 2차원 해석하므로 철근배근을 <그림-6>과 같이 주철근만 계산된 모멘트에 저항하도록 배근하고, 길이방향의 모멘트는 고려하지 않고 철근은 시방서에 준하여 배력철근 개념으로 시공하고 있다.

중앙 슬래브 철근 배근도



<그림-6> 중앙슬래브 개구부 구간의 철근배근

그러나 표에서 보듯이 지하철 정거장에서 상부 콘크리트를 타설할 경우 원설계에서 검토된 바와는 달리 길이방향 쪽으로 모멘트가 크게 발생하므로 이에 대한 철근 검토가 실시되어야 한다.

5. 결론

이상과 같이 지하철 정거장 상부콘크리트 타설 시 2층하부 슬래브에 작용하는 모멘트에 대해 검토한 결과는 다음과 같다.

- (1) 지하철 설계 시 상부슬래브 콘크리트 타설할 때 하부 슬래브에 작용하는 모멘트에 대해 검토하지 않으므로 이를 고려해야 한다.
- (2) 특히 모멘트는 설계 시 검토하지 않는 길이 방향쪽으로도 모멘트가 크게 작용하므로 철근 배근은 이방향도 검토해야 한다.
- (3) 지하철 정거장을 건설하기 위해 설치된 H-Pile을 회수하기 위해 슬래브를 Block out 시킨 곳은 다른 곳보다 응력집중이 크므로 이러한 곳은 동바리를 설치하여 보강해주는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

-참고문헌-

- 1). 서울특별시 지하철 건설본부, “서울 지하철 7호선 설계기준”, 1993
- 2). 광주시 지하철건설본부, “광주 지하철 1호선 설계기준”, 1997
- 2). 사단법인 대한토목학회, “도로교 표준 시방서”, 1996
- 3). Zienkiewicz, O.C. and Taylor, R.L., “The Finite Element Method”, 4th Edition, McGraw-Hill, 1991
- 4). Timoshenko, S. and Woinowsky-Krieger, S., “The Theory of Plates and Shells”, 2nd Edition, 1984
- 5). 정진환, “1997년도 학술발표회 논문집(I)”, 1997