

교량받침 하부의 공극(공동)이 교량받침에 미치는 영향에 관한 연구 A study on influence to bridge bearing by void in concrete under bridge bearing

서일우*, 조영선*, 최동철*, 원용덕*, 임보람*

Il-Woo Seo*, Young-Sun Cho*, Dong-Chul Choi*, Young-Duk Won*, Bo-Ram Yim*

Abstract Bridge bearing is located between bridge super structure and under structure. It supports vertical load of bridge super structure, accepts horizontal displacement by wind load or temperature and rotational deformation by vehicle load. Normally bridge bearing is installed by placing mortar on under structure. With mortar fill up, confined air caused by plat under plate of bearing makes void in concrete under bearing. It means that the size of bearing is bigger, the void in concrete of size bigger. The void caused by plat shape of under plat of bearing often appeared in many construction site. Therefore we studied on influence to bridge bearing by void in concrete under bridge bearing and also introduced void preventing system(dome plate) for measure of void in concrete.

Keywords : Bridge bearing, Void in concrete, Void preventing system, Dome plate

초 록 교량받침은 교량상부 구조물과 하부 구조물 사이에 위치하여 교량상부구조물의 하중을 지지하고 온도변화, 풍하중과 같은 수평변위를 수용하며, 차량통과하중에 의한 회전변형을 수용하는 장치이다. 교량받침의 가설은 교량받침을 교대 및 교각 위에 거치시키고 몰탈을 타설하여 설치하게 되는데 교량받침 하판은 평면으로 구성되어 있어 몰탈이 차오름에 따라 하판을 한번에 덮어 미쳐 빠져나가지 못하고 갇힌 공기로 인하여 공동이 형성된다. 이러한 현상은 현장에서 자주 발생되고 있고 교량받침의 크기가 클수록 더 큰 공동이 형성된다. 이에 따라 교량받침 하부의 공동, 공극이 교량받침에 미치는 영향에 대하여 연구하였고 그에 대한 대책인 공극방지시스템(돔플레이트)에 대해서 소개하였다.

주요어 : 교량받침, 공동, 공극, 공극방지시스템, 돔플레이트

1. 서 론

교량받침은 교량의 상부구조와 하부구조 사이에 설치되어 상부구조의 하중을 하부구조에 전달하고, 바람, 온도변화 등에 의한 변위를 수용하며 차량통과에 의한 상부구조의 회전변형을 흡수하는 장치로 교량의 내구성, 안정성에 영향을 주는 중요한 부재이다. 최근 기술의 발전에 따라 건축물의 고층화, 교량의 장대화 등 받침의 용량이 거대해지고 있고, 이 용량을 지지하기 위한 하판의 크기도 증가하는 추세이다. 받침의 크기가 증가할수록 몰탈 타설 시 더욱 큰 공극(공동)이 형성되고, 실제 시공현장에서도 이러한 문제점을 극복하기 위하여 몰탈타설 후 끈으로 쑤시는 등 공극(공동)을 최소화하려는 노력을 하고 있다.

- * 대경산업(주) 기술연구소 차장 s0017771@naver.com
- * 대경산업(주) 기술연구소 이사 yscho@dkinfra.co.kr
- * 대경산업(주) 상무이사 shoe@dkinfra.co.kr
- * 대경산업(주) 기술연구소 과장 wonduk2000@hanmail.net
- * 대경산업(주) 기술연구소 주임 bryim@dkinfra.co.kr

2. 본 론

2.1 교량받침 하부의 공극(공동) 발생 현황

2.1.1 교량받침 하부의 공극(공동) 발생 과정

교량받침의 가설은 교량받침을 교대 및 교각 위에 거치시키고 몰탈을 타설하여 고정하게 되는데 일반적으로 교량받침 하판은 평면으로 구성되어 있어 몰탈 타설시 몰탈이 하부에서 차오름에 따라 하판을 한번에 덮어 미처 빠져나가지 못한 갇힌 공기로 인하여 공극(공동)이 형성된다. 특히 보수공사의 경우 상·하부구조 사이의 협소한 공간에서 교체가 이루어지므로 공극관리가 소홀하기 쉽고 이렇게 형성된 공극은 몰탈 타설 및 양생 후에는 확인작업이 불가능하기 때문에 보수가 어렵다.

2.1.2 교량받침 하부 공극(공동) 발생 사례

2014년 8월 ○○시 ○○교의 교량받침에서 처짐이 발생하여 상부구조물의 신축이음장치에 단차가 발생하였다. 원인 규명을 위하여 교량받침 55개소에 대해서 받침을 탈거 후 검사를 실시하였다. 그 결과 심각한 공극이 발생된 12개소에 대해서 재시공을 시행하였다.



Fig. 1 받침 탈거 후 공극(공동)사진

2.1.3 교량받침 하부 공극(공동)에 대한 규정

도로교 표준시방서(국토교통부, 2013)에 의하면 교량받침은 받침 평면상에서 완전하고 균일한 지지력을 가져야 하고, 콘크리트 타설시 모든 공기를 빼내어 받침 하단에 공극이나 기포가 생기지 않도록 해야 한다. 만약 콘크리트의 결함을 가지고 있다면 제거하고 재시공을 하도록 규정하고 있다.

교량 유지관리 매뉴얼(국토교통부, 2014)에 의하면 교량의 성능저하 원인 중 하나로 받침 하부 콘크리트의 공극 및 침하 문제를 언급하고 있다. 받침 하부 콘크리트의 공극은 불균등한 반력을 발생시키고, 동결융해, 차량하중과 같은 반복적인 활하중 등으로 열화가 되어 강도가 저하되며, 특히 곡선교나 사교 등과 같은 거동이 복잡한 교량의 경우 불균등한 반력으로 인한 국부집중하중으로 인해 교량받침의 안전성에 영향을 주는 것으로 명시되어 있다. 이는 교량시설물에서 대통령령이 정하는 중대한 결함 중 교량받침의 상태평가기준 “D”에 해당하는 경우로 3년 이내에 보수를 완료해야 할 정도로 받침 하부의 공극은 교량시설물의 안전에 큰 영향을 끼치고 있다.

2.2 교량받침 하부 공극(공동)에 대한 대책

2.2.1 공극방지 시스템의 개발

공극방지 시스템은 교량받침의 하부 플레이트를 돔모양으로 제작하여 교각 및 교대에 거치시키고 몰탈 타설시 중앙부터 서서히 하판을 덮어 공극이 발생되지 않고, 돔플레이트의 공기흡에 공기배출 띠를 결합하여, 몰탈 타설이 완료되는 시점에서 공기배출 띠를 공기흡으로부터 분리함으로써 남아있는 공기도 모두 제거하여 공극을 방지함으로써 불균등한 반력에 의한 응력집중을 억제시킨다.

2.2.2 공극발생 시험

한국화학융합시험연구원 입회하에 공극발생시험을 실시하였고, 시험체는 실물과 동일한 규격으로 시험하되 받침하부의 공극을 확인하기 위해 아크릴로 제작 후 몰탈을 타설하였다. 규격은 가장 많이 쓰이는 1,350kN, 10,000kN 2가지 타입으로 시험편차를 고려하여 각 2개씩 시행하였다.

Table 1 공극발생 시험 결과

하판 규격		하판이 평면인 일반교량받침		공극방지시스템을 적용시킨 교량받침		비 고
		공극면적 (mm ²)	공극면적비율 (%)	공극면적 (mm ²)	공극면적비율 (%)	
Type-1 (1350kN) (500×500)	1	73,310	29.32	510	0.20	
	2	53,700	21.48	1,810	0.72	
Type-2 (10000kN) (1000×1100)	1	189,890	17.26	23,040	2.09	
	2	129,240	11.75	9,150	0.83	

시험결과 하판이 평면인 일반 교량받침은 공극면적이 전체면적 대비 약 20% 발생하였고 공극방지시스템이 적용된 교량받침은 공극면적이 1% 이하로 거의 발생하지 않았다.

2.2.3 교량받침 하부의 공극(공동)이 교량받침에 미치는 영향

공극 발생량에 따른 교량받침의 구조적 거동 특성을 유한요소 해석을 통하여 검토하였다. 시험시편은 10,000kN 용량의 교량받침(1,100×1,000)으로 교량받침의 하부에 발생할 수 있는 공극의 분포 형상 4가지로 가정하였고, 교량받침 하부판의 단면적에 대하여 면적비를 5%씩 최대 25%까지 증가시켜 공극이 없을 때의 구조해석결과와 비교하였다.

(1) 공극이 없는 경우 응력분포

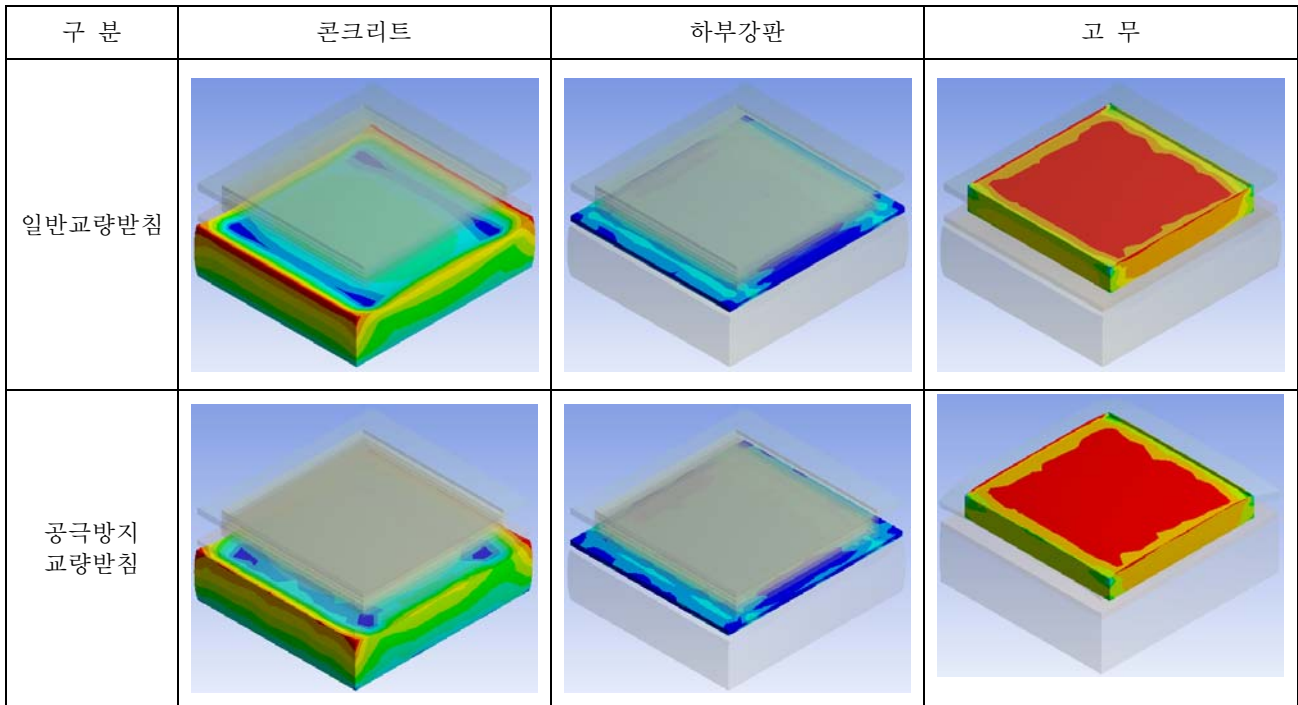


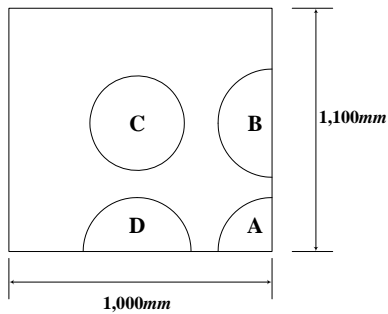
Fig. 2 공극이 없는 경우 응력분포

Table 2 공극이 없는 경우 구조해석 결과

구 분	콘크리트(MPa)	하부강판(MPa)	고무(MPa)
일반교량받침	17.8	42.4	13.7
공극방지 교량받침	16.0	42.4	13.7

(2) 공극이 발생하였을 경우 응력분포

Table3 공극의 형태별 면적 비율



공극 면적비(%)	면적 (mm ²)	반지름(mm)			
		A-type	B-type	C-type	D-type
5	55,000	265	187	132	187
10	110,000	374	265	187	265
15	165,000	458	324	229	324
20	220,000	529	374	265	374
25	275,000	592	418	296	418

※ 교량받침 하부판 전체 단면적(A_{total})=1,100,000mm²

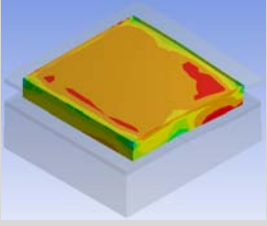
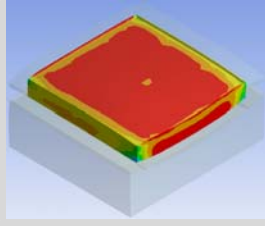
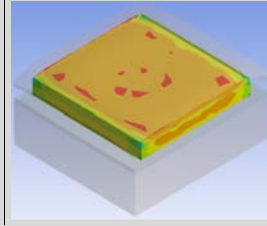
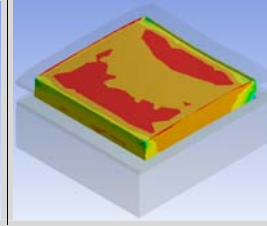
구분								
	A-Type		B-Type		C-Type		D-Type	
	최대 응력	증가율 (%)	최대 응력	증가율 (%)	최대 응력	증가율 (%)	최대 응력	증가율 (%)
A-5	13.9	1.4	13.8	1.1	13.8	1.0	13.9	1.6
A-10	14.3	4.4	14.1	3.4	14.0	2.4	14.3	4.8
A-15	14.9	8.7	14.3	5.0	14.2	3.7	14.5	6.0
A-20	15.3	12.2	14.7	7.4	14.4	5.5	14.7	7.9
A-25	16.0	17.2	15.4	10.5	14.7	7.4	15.5	11.2

Table4 공극 형태별 공극 면적별 고무의 응력변화

구조해석 결과, 공극 범위에 대한 콘크리트, 하부강관, 고무의 최대응력은 공극의 분포 범위가 증가할수록 선형적으로 증가하는 경향을 나타내었고, 공극면적이 25%일 때 공극의 형태별로 고무의 응력이 평균 10% 이상 증가한 집중응력이 발생하였다. 교량받침의 하판과 고무의 응력에 대한 자사의 규격을 검토한 결과 교량 교량받침은 일반적으로 5%정도의 안전율을 포함하고 있어 5%이내의 응력변화에는 안전할 것으로 판단되고 이는 공극면적비율이 10%이내일 경우로 이 때에 고무의 내구성에 영향이 없을 것으로 판단된다.

3. 결론

최근 기술의 발전에 따라 건축물의 고층화, 교량의 장대화 등 받침의 용량이 거대해지고 있고, 이 용량을 지지하기 위한 하판의 크기도 증가하는 추세이다. 받침의 크기가 증가할수록 몰탈 타설시 더욱 큰 공극(공동)이 형성되고 이 공극으로 인하여 발생한 불균등한 반력은 교량받침에 집중응력을 작용시켜 교량받침의 내구성을 저하시키는 원인이 된다. 더 나아가 처짐을 유발하여 이용자의 안전을 위협할지도 모른다. 철도교의 경우에는 이러한 처짐에 대한 규정이 더욱 민감하고 인접한 받침 사이에서 부등 처짐이 발생시에는 레일이 불안정하게 되어 대형사고를 초래할 수도 있기 때문에 교량받침 하부의 공극에 대한 관리가 더욱 절실하다.

참고문헌

- [1] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2013) Specifications of road bridge , pp. 340
- [2] Ministry of Land, Infrastructure, and Transport (2014) Manual for maintenance of bridge, PP 3-15,16, 4-71,72,73
- [3] Korea Testing and Research Institute (2015), Report on void occurred test in concrete under bridge bearing
- [4] Isis ENC, SGS Korea (2016), Report on structure interpreting and behavior analysis of void in concrete under bridge bearing