

신축이음장치 종횡교차부의 연결방법 개선

Connection Method Improvement of Longitudinal and Transverse Intersection of Expansion Joint



손 경 욱 (Kyong-Wook Son)
대경산업(주) 교량기술연구소 선임연구원
comm701@dkinfra.co.kr

김 학 군 (Hak-Goon Kim)
대경산업(주) 교량기술연구소 책임연구원
hakgu@dkinfra.co.kr

최 동 철 (Dong-Chul Choi)
대경산업(주) 사업본부장/이사
dkinfra@dkinfra.co.kr

I. 서론

교량신축이음장치는 교량의 접합부에 있어서 온도변화 및 휨, 크리프, 건조수축 등에 의한 신축량을 흡수하기 위한 장치로서 구조물의 2차응력 발생을 최소화시키며 차량이 교면을 원활하게 주행할 수 있도록 하고 교량 연결부에서 하부구조로의 누수를 방지하는 등 교량구조물에 있어서 내구성, 사용성 측면에서 매우 중요한 장치이다. 특히 누수문제의 경우 겨울철 도로에 살포되는 염화칼슘용액은 강산성으로 신축이음장치를 통해 누수될 경우 교량받침의 부식, 교량받침부 콘크리트의 열화, 철근콘크리트 슬래브 하면의 열화 등 교량의 구조적인 부재의 안정성을 저하시키는 요인이 된다.

사회가 고도화되고 도로의 용량이 증가됨에 따라 도시계획의 변경 등으로 교량의 선형변경, 차선확장으로 인한 교량의 확폭, 제방도로와 같이 하천의 일부분을 복개하거나, 기존교량에 보행자 육교 등이

접속되는 등 기존의 시설물에 추가적인 구조물이 연결될 경우 다양하고 기하학적인 신축이음의 형태가 추가로 설치되게 된다. 이렇게 설치되는 신축이음에는 대부분 종방향 신축이음과 횡방향 신축이음이 교차되는 부분이 생기는데 이러한 부분을 신축이음의 종횡교차부라 하며 본 사례에서는 신축이음 종횡교차부의 개선된 시공사례에 대하여 소개하고자 한다. 그림 1은 신축이음장치 종횡교차부를 나타내고 있다.

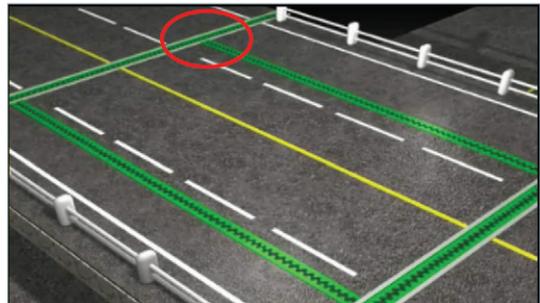


그림 1. 신축이음의 종횡교차부

II. 기존의 시공방식과 문제점

1. 신축이음의 누수위치

교량에 설치되는 신축이음장치는 분류방법이나 재질 등에 따라 여러 종류가 있으나 여기서는 중형 교차부가 주로 설치되는 핑거형, 모노셀 등의 분절형 신축이음장치로 한정하였다.

일반적으로 신설되는 교량이나 도심지 공사에서 야간에 이루어지는 보수공사에서 사용되는 대부분의 신축이음장치는 1개의 세그먼트 길이가 1.8m의 길이로 제작되어진다. 이것은 운반 및 작업의 용이성, 1개 차로의 폭을 고려하여 결정된 길이이며, 설치장소에 설치될 때는 보통 2개씩 연결하여 설치한다. 따라서 이러한 시공방식을 고려한다면 신축이음장치 직선연결부, 교축직각방향의 신축이음 단부 및 중형신축이음의 교차부로 압축할 수 있다.

이러한 누수부위를 개선하기 위해 일체화된 누수방지고무를 사용하는 신축이음, 연결부의 커플링을 이용한 신축이음 등 제작업체들의 노력으로 직선연

결부와 단부의 누수사례는 많이 개선되었다. 그러나 중형교차부의 누수방지에 대한 개선은 그 설치 개소수가 적고 교차부의 누수확인이 곤란하여 개선된 사례가 거의 전무한 실정이었다. 사진 1은 신축이음 장치의 누수가능위치를 나타내고 있다.

2. 신축이음부 누수로 인한 2차적 피해

신축이음부의 누수는 신축이음장치 자체에는 제품의 내구성 향상으로 문제가 되지 않는다. 그러나 강우나 강설 특히 겨울철 염화칼슘 등의 제설제의 경우 강한 산성용액으로 노면에서 교량의 하부구조로 유입될 경우 교량에서 하중을 제일 많이 받는 교대나 교각의 코핑부 콘크리트를 중성화시키고, 균열이 있을 경우 침투되어 철근을 부식시켜 철근피복을 박리, 박락시킨다. 또한 누수된 물은 슬래브교의 경우 슬래브 하면의 인장철근 피복콘크리트를 열화시키기도 하고, 강재 교량받침을 부식시켜 상부구조의 정상적인 거동을 방해하여 거더나 슬래브에 균열을 발생시켜 낙교까지 이르게 할 수 있다.

사진 2는 신축이음장치 누수로 인한 교량의 2차



사진 1. 신축이음의 누수가능 위치



사진 2. 신축이음부 누수로 인한 교량의 2차 손상사례

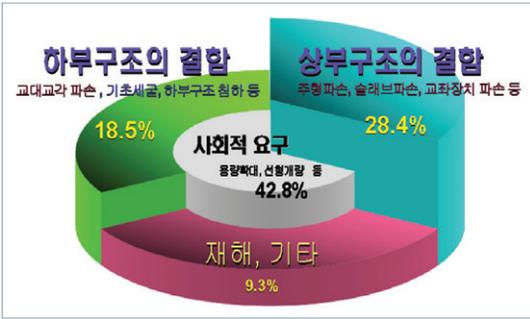


그림 2. 30년 이상된 교량의 철거원인

손상사례를 나타내고 있다.

제 2회 일미워크샵자료에서 보고된 30년 이상된 교량의 철거원인 그림 2에 대하여 살펴보면 선형개량, 용량확대 등 사회적인 요구에 의한 철거가 가장 큰 원인이다. 그런데 사회적인 요구를 배제하고 교량의 구조적인 결함들만으로 교량철거 원인을 분석해 보면 교대, 교각의 파손, 주형파손, 슬래브파손, 교량받침의 파손 등 대략 76% 정도의 구조적인 결함은 근본적으로 신축이음부의 누수에 기인한다고 볼 수 있다

3. 신축이음 중형교차부의 개선전 형태

신축이음 중형교차부의 개선전 시공방식은 특별히 이를 위해 제작된 제품이 없어 분리되어 있는 형태로 시공하여 연결부 누수방지를 위해 실리콘 등으로 씌워진 정도를 하는 형태였다.

그러나 이러한 형태는 횡방향 신축이음장치의 거동을 종방향 신축이음장치가 방해하는 형태이므로 신축이음장치의 팽창시 교차부에서 슬래브에 힘과 비틀림을 발생시켜 교차부 후타콘크리트의 파손을 발생시켜 차량의 주행안정성을 저하시키고, 겨울철 최대 수축시 합성고무에 접착력이 약한 실리콘제가 탈락되어 이부분에 누수가 발생되게 된다. 그림 3은 신축이음장치 중형 교차부의 개선전 시공과 거동을 나타내며, 사진 3은 개선 전 신축이음장치의 형태를 나타낸다.

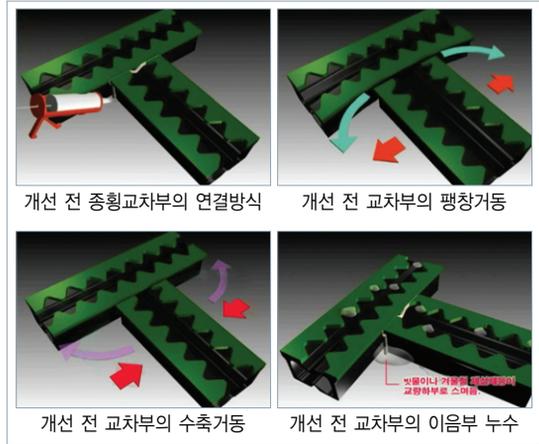


그림 3. 신축이음 중형교차부의 개선 전 시공과 거동



사진 3. 개선 전 신축이음교차부의 형태

III. 개선 후 시공방식

1. 직선연결부와 단부의 개선사례

신축이음장치의 연결부누수 방지를 위한 제작업체의 노력은 다양하게 발전되고 있다. 직선연결부

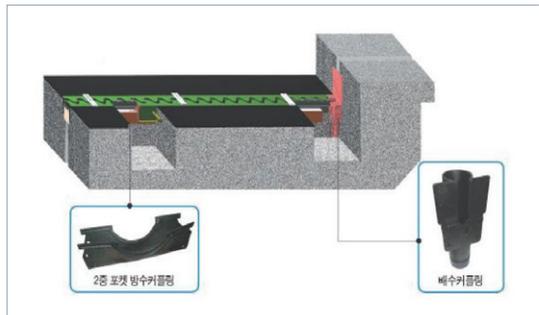


그림 4. 직선연결부와 단부의 개선사례

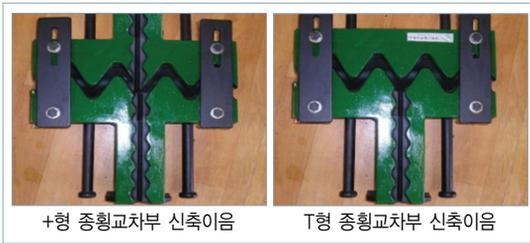


사진 4. 개발된 신축이음 종횡교차부의 형태

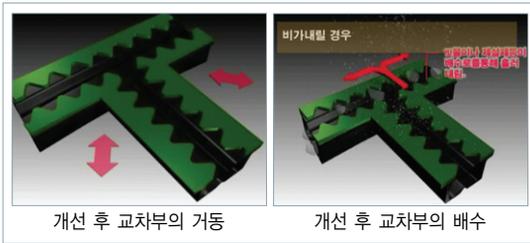


그림 5. 신축이음 종횡교차부의 개선 후 거동과 배수

의 누수방지고무를 일체화하는 방식과 그림 4와 같이 직선연결부와 단부에 특별하게 제작된 커플링을 연결하는 방식 등이 그 대표적 사례라고 할 수 있다.

2. 신축이음 종횡교차부의 개선 후 형태

신축이음 종횡교차부의 개선된 형태는 기존방식의 문제점을 개선하기 위해 여러 가지 형태의 기하학적인 교차부를 공장에서 일체화 제작한 제품을 설치하는 방식이다. 사진 4는 개선된 신축이음장치의 종횡교차부 형태를 나타내고 있다.

개선된 방식의 거동은 기존의 방식에 비교하여 우선 팽창과 수축의 거동방식이 다르다. 기존 방식의 종횡교차부가 그림 3과 같이 서로 직교하여 거동하는데 비하여 개선된 방식은 그림 5와 같이 힘의 합력방향으로 거동하게 된다. 또한 개선된 방식은 교차부에서 누수의 가능성도 제거되었으며 교량이 갖는 종횡구배에 의해 교면 수가 체수없이 배수구로 배수될 수 있게 되었다.



+형 교차부 공사 전



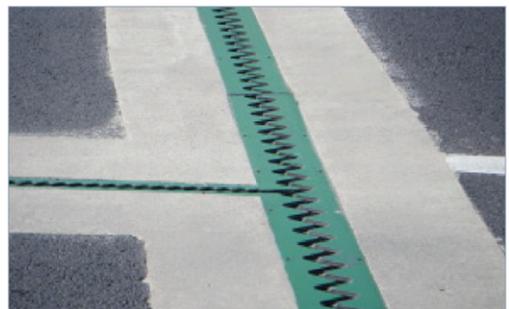
+형 교차부 공사 중



+형 교차부 공사 후



신사고가 T형 교차부 적용사례



신사고가 T형 교차부 적용사례

사진 5. 신축이음 종횡교차부 시공사례

IV. 현장적용 사례

개발된 제품의 성능을 평가하기 위해 공장제작 후 누수시험을 수행하였고, 도림천 복개구조물에 +형 교차부와 신사고가에 T형 교차부를 설치하여 장기적인 평가를 위해 현재 주기적으로 점검하고 있다.

본 교차부는 강결된 강재가 수축과 팽창을 반복하며 응력을 적게 부담하도록 설계유간보다 20%의 여유유간을 부여해 설치하였고, 개선된 방식은 시공 순서에도 약간의 아이디어가 필요했다. 기존의 방식이 횡방향 신축이음 설치 후 종방향 신축이음을 설치하는 방식을 택하는데 비하여 개선된 방식은 교차부 부터 시공해야 한다. 사진 5는 신축이음장치 종횡교차부 시공사례를 나타내고 있다.

V. 결론

교량의 신축이음부에서 누수가 발생될 수 있는 세가지 위치(직선연결부, 단부, 종횡교차부) 중 특별한 방법이 없던 종횡교차부에 대하여 본 제품의 개발로 누수가능성을 배제시켜 교량의 유지보수비용을 절감시킬 수 있을 것으로 기대된다. 2006년 말

통계를 참고하여 우리나라 전체의 교량 수 23,805 개중 종횡교차부가 있는 교량 수를 1%로 추정하고 유지보수기간이 현재보다 두 배로 연장될 경우 가설공사와 사회간접비용을 제외해도 연간 유지관리 보수비용이 184억 이상 절감될 것으로 계산되었다. 한국도로공사 2008년 4월 조사자료에 의하면 조사한 고속도로교량의 50%가 신축이음에서 누수가 발생되고 있는 것으로 조사된 바 있다. 신축이음에서의 누수는 단순하게 간과할 문제가 아니며 좀더 많은 관심과 개선을 위한 아이디어 개발과 함께 정밀하게 시공되도록 노력해야 하지 않는가 하는 반성을 해보며 개발된 교차부 신축이음에 대한 장기적 검토사항을 여러 기술자들과 공유하여 우리나라 교량의 유지관리효율을 높이고자 한다. 

참고문헌

1. 제 2회 일미교량 워크샵 자료, 제2515호, p. 174.
2. 김성길, 교량핑거조인트를 영구적으로 유지하는 볼트교체식 조인트개발, 도로학회지 제 10권 2호, 2008. 6.

기획 : 조남준 편집간사 njcho@kookmin.ac.kr