

콘크리트 교량 바닥판 신구접합부의 시공방안에 관한 연구

A Study on Construction Method for Joints between Old and New Concrete Deck Slabs

백낙승* 최영철** 차수원*** 오병환****
Paek, Nak Seung Choi, Young Chul Cha, Soo Won Oh, Byung Hwan

ABSTRACT

When widening or repairing concrete deck slab, there is a joint inevitably. However, joining-construction method have following problem, that is the additional stress in existing part of bridge resulting from the specific process of joining-construction and the difference of amount of shrinkage between new and existing bridge. On this study, compared shrinkage stress of the direct joining construction method with the indirect joining construction method, and concluded the proper substitution rate of expansion cement.

The rate of replacement was proper at 10%. but more than 15%, concrete had excessive expansion and weaker compressive strength. The time of placing closure concrete, considering the shrinkage stresses and creep, was suitable in 45~60 days after placing the new concrete deck slab.

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

콘크리트 교량바닥판의 확장을 위한 확폭시공 또는 노후화로 인한 보수공사 시에 기존콘크리트와 새로 시공되는 신설콘크리트부 사이에서는 불가피하게 접합면이 발생하게 된다. 이 접합면은 시공과정에서 발생하는 차량의 진동, 기설부와 신설부의 재령차로 인한 건조수축 및 크리프, 동바리 제거후 경간중앙부의 처짐오차 등으로 인하여 응력을 받게 되며 때로는 교량 접합면에서의 균열을 유발시켜 콘크리트의 열화, 철근부식등 교량의 사용성에 영향을 주게 된다.

본 연구에서는 접합부의 시공에 있어 직접연결접합과 중간연결접합의 방법에 대한 건조수축 및 크리프의 영향에 대한 고려를 통하여 합리적인 시공방안을 제시하려 한다.

*정회원, 서울대학교 지구환경시스템공학부 석사과정

**정회원, 서울대학교 지구환경시스템공학부 박사

***정회원, 서울대학교 지구환경시스템공학부 박사

****정회원, 서울대학교 지구환경시스템공학부 교수

2. 신구접합부의 시공방안

2.1 직접연결접합

직접연결접합은 기존 콘크리트 바닥판에 신설 콘크리트 바닥판을 바로 접합하여 일체타설하는 시공 방법이다. 직접연결접합의 장점은 시공이 간단해지고 공기가 단축될 수 있으며, 접합면이 하나이다. 또한 기존의 거더를 그대로 두고 상부 슬래브만 교체시공하기 때문에 사하중에 의한 단차가 크지 않아 사용성이 양호하다. 그러나 신규콘크리트의 접합면에 대한 품질의 신뢰성이 부족하며 시공시 상당한 주의가 요망된다. 또한 신규콘크리트의 재령차로 인한 건조수축 과 크리프 및 처짐으로 인한 접속부 및 인근부의 결함이 우려되며 차량진동에 의한 직접적인 영향을 받게 된다.

2.2 중간연결접합

신설콘크리트 바닥판과 기존 콘크리트 바닥판 사이에 일정폭의 중간 접합부를 두어 이 중간 접합부에 2차적으로 콘크리트를 타설하여 시공하는 방법이다. 중간연결부를 두어 신규콘크리트를 접합하는 시공의 장점은 신설부 교량의 상부구조가 완성된 뒤에 두 교량을 중간 연결부를 두어 접합하게 되면 신설부 교량의 상부하중은 기설부 교량의 하부구조에 추가처짐 및 응력을 발생시키지 않는다. 또 신설부 교량의 방치기간 동안에는 신설부 콘크리트의 건조수축 및 크리프변형에 의해서 기설부 교량에는 추가처짐 및 응력이 발생하지 않는다. 그러나 중간 콘크리트에 의한 접합시공은 접합면이 두 곳에서 발생하는 문제로 인해 잠재적인 불안요소가 있으며, 시공이 매우 번거로워지고 신설부 콘크리트가 안정될 때까지 방치해야하므로 공기가 늘어나게 된다.

3. 신구접합부의 시공단계 해석

3.1 중간연결 콘크리트의 물성시험

중간연결부에 사용하는 팽창콘크리트는 대개 초기재령에서는 팽창변형을 일으키다가 이후 수축변형을 일으킨다. 팽창재의 내할량을 0~15%까지 변화시켜 재령별로 강도와 길이변화율을 분석하였다. 팽창재의 내할량이 15%인 경우 길이 변형률은 0.004가 넘었으며 강도 역시 급격하게 감소하고 있음을 알 수 있다.

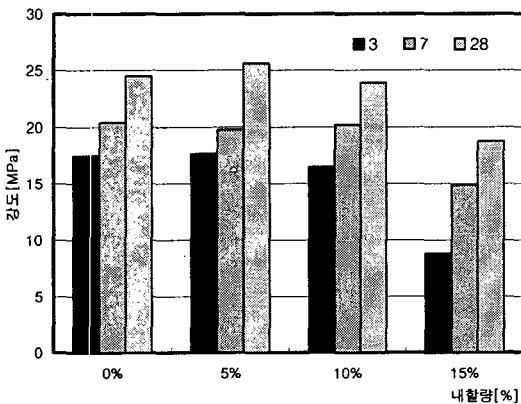


그림 3 팽창콘크리트 내할량과 재령에 따른 강도

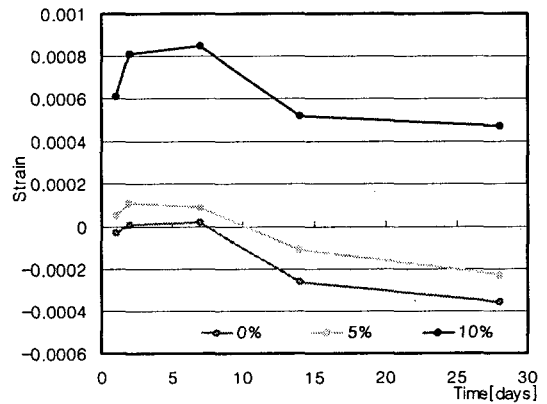


그림 4 팽창콘크리트 내할량에 따른 재령별 변화율

3.2 신설콘크리트의 건조수축

접합면에서의 건조수축응력은 CEB-FIP Model Code를 이용하여 재령에 따른 탄성계수와 건조수축

및 크리프의 변화량을 고려하여 계산하였다.

직접연결접합의 경우 타설직후부터 양단이 구속된 상태로 일체거동한다고 가정하여 구하였으며, 중간연결접합의 경우 신설부 콘크리트는 자유롭게 수축하므로 중간콘크리트를 타설하기 전까지는 식 (1)에 따라 수축량을 산정할 수 있다. 중간 콘크리트를 타설한 후에는 양단이 구속된 상태라고 볼 수 있으므로 중간콘크리트와 신설콘크리트는 일체거동을 한다고 가정하면 건조수축변형률과 식 (1)에서 구한 팽창콘크리트의 변형률을 슬래브의 횡방향 거리에 대해 식 (2)과 같이 산술적으로 평균변형률을 구할 수 있다.

$$\epsilon_{exp.} = \frac{\Delta l_{exp.}}{l_{exp.}} \quad (1)$$

$$\epsilon_{aver.} = \frac{\Delta \epsilon_{sh} \times l_{new} + \epsilon_{exp.} \times l_{exp.}}{l_{new} + l_{exp.}} \quad (2)$$

여기서, $\epsilon_{aver.}$: average shrinkage

$\Delta \epsilon_{sh}$: shrinkage strain after placing closure concrete

$\epsilon_{exp.}$: expansion & shrinkage strain on closure concrete

l_{new} : length of new deck in horizontal direction

$l_{exp.}$: width of closure concrete

$\Delta l_{exp.}$: deformation of expansion concrete

전체 변형률은 식 (2)에서 구한 신설부 콘크리트의 건조수축과 중간 연결부 콘크리트의 팽창을 고려한 변형률에 크리프(creep)에 의한 변형률을 고려하여 계산하였으며, 마찬가지로 시간에 따른 탄성 계수의 변화를 적용하여 응력을 구하였다. 그림 5, 6은 직접접합시공한 경우와 중간연결접합시공 시점에 따른 건조수축 변형률과 응력의 변화이다.

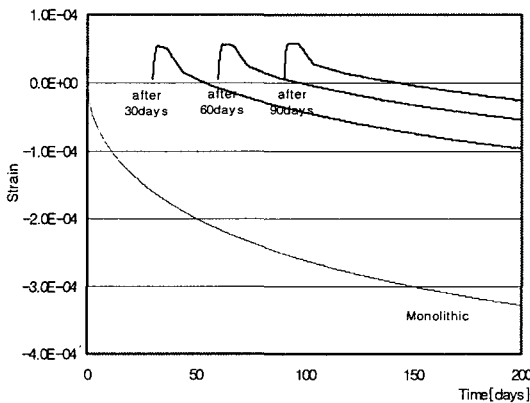


그림 5 중간연결부 타설시점에 따른 건조수축변형률

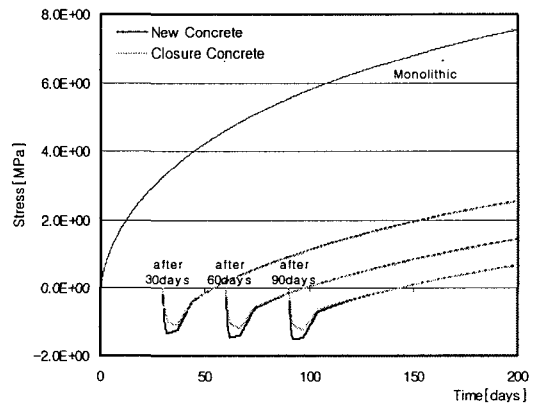


그림 6 중간연결부 타설시점에 따른 응력

3.2.3 중간연결부의 최적타설시기 결정

건조수축은 콘크리트 타설 초기에 많이 발생하기 때문에 중간콘크리트를 일찍 타설할수록 응력과

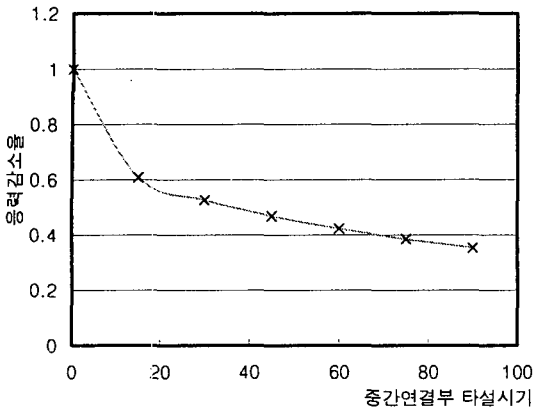


그림 7 중간연결부 타설시점에 따른 응력감소율

변형률이 많이 발생한다. 일체타설했을 때를 기준으로 2000일까지 추정된 장기의 건조수축 및 크리프로 인한 응력을 보면 30일에 타설한 경우는 일체타설 했을 때 응력의 52.7%, 60일에서는 42.4% 90일에 타설한 경우는 35.3% 정도를 나타내고 있다.

일체타설한 경우보다 중간 연결부를 두어 신설부 바닥판의 건조수축이 일정기간 발생 후 중간 연결부를 타설한 경우가 전체 변형률과 응력이 크게 낮아졌으며, 신설부 바닥판의 존치시간이 길수록 건조수축으로 발생하는 변형률과 응력이 감소하고 있다. ACI에서는 거푸집을 제거하지 않고 28일 이상 존치시킨 경우 거푸집 제거 후 14일을, 조기 제거할 경우 제거 후 60일 이후에 중간연결부를 타설하도록 규정하고 있다.

4. 결론

본 연구를 통하여 내린 결론은 다음과 같다.

- (1) 중간연결부를 두고 중간연결시공하는 방안이 교량 바닥판의 구조거동상 유리한 것으로 나타났다.
- (2) 중간연결부에 사용하는 팽창콘크리트는 10%정도가 적절하며 15%이상 혼입시 과도한 팽창과 압축강도의 저하를 일으켜 문제가 있는 것으로 판단된다.
- (3) 중간연결부는 가능한 늦게 타설하는 것이 바닥판의 거동상 유리하나 공기를 고려하여 시공할 경우 신설부 콘크리트 타설후 약 45일 에서 60일 이후에 타설하게 되면 직접연결시공 하는 경우보다 50%이하의 응력수준에서 품질을 확보할 수 있다.

참고문헌

1. ACI 245.2R-98, "Guide for Widening Highway Bridges", ACI Manual of Concrete Practice
2. 한국도로공사 도로연구소, "교량확폭시공을 위한 설계 및 시공기법 연구", 1993
3. CEB-FIB, "Model Code for Concrete Structures", 1990, Thomas Telford, London, 1993
4. Peter h.Emmons, "Concrete Repair and Maintenance Illustrated", pp.126~131, R. S. Means Company, Kingstin. MA
5. R. I. Gilbert, "Time Effect in Concrete Structures", ELSEVIER, 1998