



# 현장실험을 통한 포스트텐션드 프리스트레스트 콘크리트 포장의 긴장 시 거동분석

## Field Measurement and Analysis of Post-Tensioned Prestressed Concrete Pavement Behavior under Tensioning

박 희 범\*      김 성 민\*\*      김 동 호\*\*\*  
Park, Hee Beom      Kim, Seong-Min      Kim, Dong Ho

### Abstract

This research was conducted to analyze the behavior of PTCP (Post-Tensioned prestressed Concrete Pavement) under tensioning by performing field tests when the experimental PTCP slab was being constructed. The displacements in the slab under the environmental loading and tensioning were measured using temperature measurement sensors and displacement transducers. Tensioning was performed three times and appropriateness of tensioning could be determined by investigating the relationship between temperature and displacement, behavior of transverse crack, and daily change in displacement. The results of this study showed that under the first tensioning at very early age, large displacements were observed only near the joints because of the friction between slab and underlying layer and concrete inelasticity. Under consecutive tensioning, displacements were clearly observed all over the slab, but still affected by the friction. In addition, appropriate tensioning ensured the one-slab behavior of the PTCP slab even though cracks existed.

**Keywords :** *post tensioned concrete pavement, prestress, tensioning, displacement, crack, frictional resistance*

### 요 지

본 연구는 포스트텐션드 프리스트레스트 콘크리트 포장(PTCP: Post-Tensioned prestressed Concrete Pavement) 공법의 국내 적용을 위해 수행한 시험시공시에 현장실험을 통해 PTCP의 긴장시 구조적 거동을 분석하기 위하여 수행되었다. 실험을 위해 온도측정센서 및 변위측정계이저를 슬래브에 장착하여 환경하중 및 긴장력 도입에 따른 슬래브의 변위변화를 측정하였다. 총 세 차례에 걸쳐 긴장력을 도입하였으며 긴장작업의 적절성을 온도와 변위의 상관관계, 횡방향 균열거동, 일일 종방향 변위변화량 등을 분석하여 판단하였다. 실험결과 타설초기 1차 긴장시에는 슬래브와 하부층과의 마찰 및 콘크리트의 소성성질 등의 요인에 의해 슬래브의 양끝단 부분에서만 큰 변위가 발생하였으나, 이후 어느 정도의 시간이 경과한 후 가해진 긴장에서는 슬래브 전체에 뚜렷한 변위가 발생되나 여전히 마찰저항의 영향을 받는 것으로 분석되었다. 또한 긴장이 제대로 가해지면 균열이 존재하더라도 비활성화되어 슬래브가 일체의 거동을 나타내었다.

**핵심용어 :** 포스트텐션드 콘크리트 포장, 프리스트레스, 긴장, 변위, 균열, 마찰저항

\* 비회원 · 경희대학교 대학원 토목공학과 박사과정  
\*\* 정회원 · 경희대학교 공과대학 토목공학과 교수, 교신저자  
\*\*\* 정회원 · (주)삼우아이엠씨 기술연구소 수석연구원



## 1. 서론

현재 88고속도로, 호남 및 경부고속도로 확장구간, 중부고속도로 등의 콘크리트 포장구간은 설계수명인 20년에 다다름에 따라 노후 콘크리트 포장의 연장이 증가하고 있으며, 교통량의 급격한 증가와 통행차량의 대형화, 그리고 가혹한 환경조건 등이 콘크리트 포장의 파손을 가속화시키고 있다. 파손된 도로에는 유지보수를 위하여 매년 막대한 국가예산이 투입되고 있으며 보수작업으로 인하여 발생하는 교통체증과 교통사고 등은 사회적 문제로 지적되고 있는 상황이다. 따라서 콘크리트 포장의 성능을 더욱 향상시키고 수명을 늘려서 이러한 문제를 해결할 수 있는 방안의 모색이 필요한 실정이다. 이러한 방안의 하나로 대두되고 있는 포장형식으로 프리스트레스트 콘크리트 포장(Prestressed Concrete Pavement)을 들 수 있다. 콘크리트 포장 슬래브에 강선의 긴장을 통해 프리스트레스트를 도입하여 도로를 건설하는 방식인 프리스트레스트 콘크리트 포장 공법은 콘크리트 슬래브에 발생하는 인장응력을 프리스트레스트로 상쇄시켜 균열발생 등의 파손을 억제하고 장기 서비스 기간 동안 유지보수 없는 고내구성 및 고품질의 서비스를 제공할 수 있다는 장점이 있다.

유럽의 여러 나라에서는 1960년대부터 공항포장을 중심으로 하여 프리스트레스트 콘크리트 포장을 사용하여 왔다(Klunker, 1981). 특히 네덜란드 암스테르담의 Schiphol 공항의 프리스트레스트 콘크리트 포장은 약 30년의 사용기간 동안 우수한 공용성을 나타내고 있는 것으로 알려져 있다. 미국에서도 텍사스주를 비롯한 애리조나, 인디애나, 미시시피주 등에서 이러한 포장 공법을 적용해 오고 있다(Friberg and Pasko, 1973; Brunner, 1975; Powers, R. and Zaniewski, 1987; Medina and Won, 2005). 특히 텍사스주에서는 1985년 연장 10km가 넘는 프리스트레스트 콘크리트 포장을 고속도로상에 건설하였으며 현재 30여년 정도가 경과되었음에도 불구하고 중차량의 통행이 빈번한 상태에

서 상당히 우수한 공용성을 나타내고 있다(Mendoza et al., 1986). 프리스트레스트 콘크리트 포장은 현장타설 콘크리트 슬래브에 프리스트레스트를 도입하여 포장체를 구성하는 포스트텐션드 콘크리트 포장(PTCP: Post-tensioned concrete pavement)과 미리 공장에서 제작한 슬래브를 차레로 안착시킨 후에 강선을 이용하여 이러한 슬래브들을 일체화시키는 프리캐스트 프리스트레스트 포장으로 구분할 수 있으며 PTCP의 사용이 일반화되고 있는 실정이다.

본 연구의 목적은 PTCP 공법의 국내 적용을 위해 시험시공시에 현장실험을 통해 시공초기에 수행하는 긴장력 재하시 PTCP의 구조적 거동을 파악하는데 있다. 이를 위해 외국의 시공사례에 기초를 두어 길이 120m 폭 8.2m 두께 15cm의 PTCP 포장 슬래브를 영동고속도로 동수원 IC 근처의 폐도에 건설하였으며 계측장치를 설치하여 PTCP의 거동을 측정하고 분석하였다. 여러 가지의 측정요소 중에서 본 논문에서는 특히 PTCP 슬래브의 프리스트레싱 시의 변위변화 및 환경하중에 의한 변위변화를 측정하고 분석하여 길이가 매우 긴 PTCP 포장 슬래브의 거동특성을 파악하는 연구내용에 대하여 상세하게 기술한다.

## 2. 현장실험 셋업

PTCP 시공시 강선 긴장에 의한 슬래브의 종횡방향 변위 및 시공후 환경하중에 의한 슬래브의 거동을 측정하기 위하여 계측장치를 설치하였다. 먼저 슬래브의 위치별 종방향 변위를 측정하기 위하여 그림 1에 보인 바와 같이 양 끝 조인트 부분과 조인트로부터 20m 간격으로 LVDT를 설치하였다. LVDT를 설치한 면의 반대쪽 면에는 조인트 부분에만 LVDT를 설치하여 슬래브의 네 모서리에서는 모두 변위측정이 가능하도록 하였다. 슬래브의 종방향 변위측정시 슬래브와 접촉하고 있는 하부층에 직접 거치대를 설치할 경우에는 측정치가 슬래브와 상부 하부층과의 상대변위가 되기 때문에 슬래브의 절대변위를 측정



하기 위하여 철근콘크리트 포장으로 되어 있는 상부 하부층을 뚫고 거치대를 하부의 하부층에 설치하였다. 슬래브의 변위측정 위치에는 그림에서 볼 수 있듯이 콘크리트가 굳기 전에 형강을 장착하여 LVDT를 이용한 측정이 용이하도록 하였다.

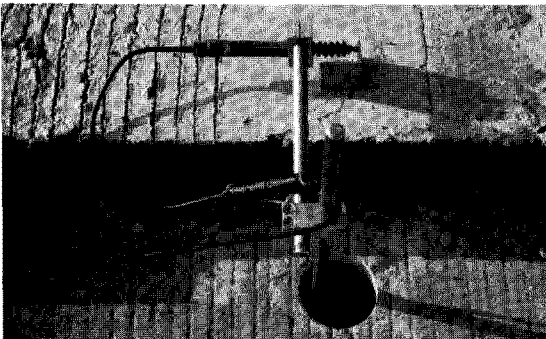
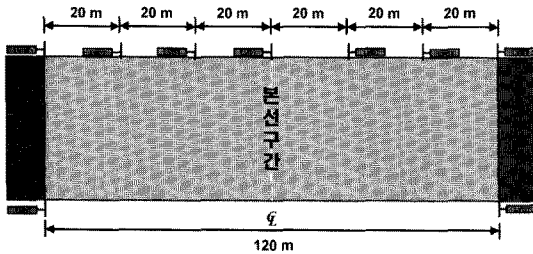


그림 1. 종방향 변위 측정 LVDT 설치

또한 종방향 긴장시 슬래브의 횡방향으로의 거동을 파악하고 횡방향 긴장시 긴장이 제대로 되는지를 파악하며 환경하중에 의한 PTCP 슬래브의 횡방향 거동을 측정하기 위하여 그림 2에 나타낸 바와 같이 조인트에서 20m 떨어진 지점에 횡방향 변위 측정용 LVDT를 설치하였다.

실험시에 슬래브의 온도변화를 슬래브 깊이에 따라 측정하기 위하여 온도측정 센서인 ThermoChron I-Button을 그림 3에 보인 바와 같이 표면으로부터 2.5cm 깊이마다 슬래브의 중앙부분에 장착하였다. 또한 대기 온습도측정을 위한 온습도측정 센서인 HygroChron i-Button을 슬래브 근처에 설치하였다.

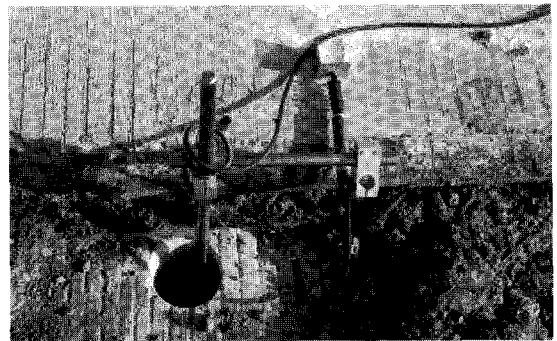
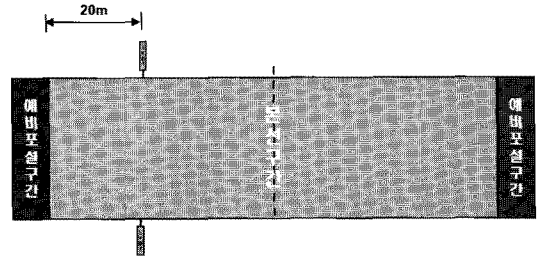


그림 2. 횡방향 변위측정 LVDT 설치

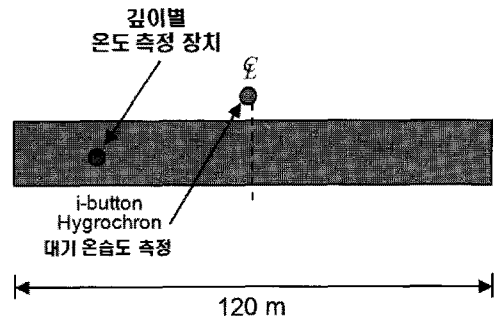
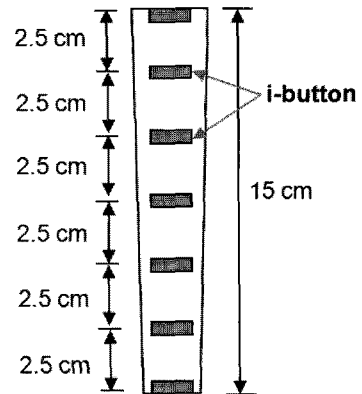


그림 3. 온습도 측정 센서 설치



### 3. 1차 긴장 시 거동분석

PTCP에는 일반적으로 두 세 차례의 긴장을 가하게 된다. 슬래브가 매우 길기 때문에 콘크리트 타설 초기에 긴장을 가하지 않으면 균열의 발생을 방지할 수 없게 된다. 하지만 이러한 타설초기의 긴장시 PTCP에 요구되는 긴장량을 한 번에 모두 가할 수는 없다. 그러한 이유는 콘크리트를 아직 완전한 탄성체라 볼 수 없기 때문에 긴장을 가하더라도 콘크리트의 소성성질에 의해 가해진 응력이 시간이 지남에 따라 급격히 감소하기 때문이다. 따라서 1차 긴장 후 어느 정도의 시간이 지나서 콘크리트가 거의 탄성체라고 가정할 수 있을 때에 나머지 긴장을 가하게 된다. 강선 긴장작업은 그림 4와 같이 슬래브의 중앙부에 마련한 포켓에서 수행하며 슬래브 양끝단의 정착구에서 슬래브에 압축력을 가하는 효과를 얻게 된다.

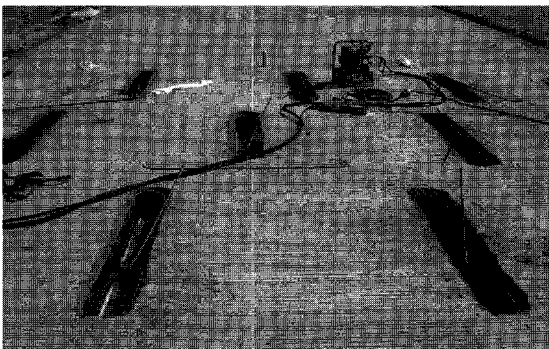


그림 4. PTCP 긴장작업

본 시공에서는 콘크리트 타설후 약 12시간 후에 1차로 강선을 긴장하여 슬래브에 압축응력이 도입되도록 하였다. 1차 긴장력 도입시 PTCP 슬래브의 종방향 변위변화를 그림 5에 나타내었다. 그림에서 측정위치의 변위가 0m에서 120m 쪽으로 변화하는 것을 양(+ )의 변위로 나타내었다. 따라서 0m 지점과 120m 지점의 변위가 서로 반대방향으로 보이게 되는데 이는 0m 지점에서는 변위가 120m 지점 쪽으로 생기며 120m 지점에서는 변위가 0m 지점 쪽으

로 발생하여 결과적으로는 슬래브의 길이가 감소한다는 의미이다. 그림에서 볼 수 있듯이 1차 긴장력 도입시에는 긴장력에 의해 양끝단인 조인트 부분(0m와 120m)에서만 뚜렷한 변위의 변화가 생기고 다른 부분에서의 변위는 매우 미소함을 볼 수 있다. 이러한 측정결과를 보아 슬래브 타설초기에 긴장을 가하면 긴장력의 영향이 슬래브 전체에 미치지 않는 것을 알 수 있다. 이러한 이유는 콘크리트 타설초기에는 슬래브와 하부층 사이에 비닐을 설치하였음에도 불구하고 두 층간의 마찰이 계속 크게 형성되고 있는 것으로 판단되며 또한 콘크리트가 타설초기이므로 소성성질을 많이 보유하고 있어서 하중이 직접 가해지는 슬래브 양끝단에서 대부분의 하중을 흡수하는 것으로 판단된다.

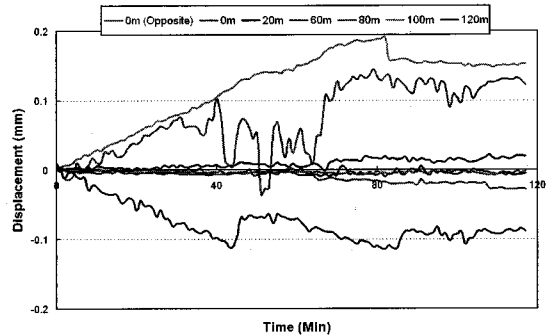


그림 5. 1차 긴장력 도입시 종방향 변위

그림 6에서는 종방향으로 1차 긴장력 도입시 횡방향 변위를 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 횡방향으로 0.1~0.15mm 정도의 변위가 발생하였다. 콘크리트의 포아송비를 0.15로 볼 때 종방향 변위에 비해 횡방향 변위가 상당히 큰 변화를 나타내는데 그 이유는 이미 언급한 바와 같이 긴장력 도입시 하부층과의 마찰 및 콘크리트의 소성성질 등 여러 요인에 의해 정착구 부근에서 크게 발생하는 종방향 수축변위에 의해 조인트와 근접한 위치에서는 횡방향으로 팽창하는 양이 크게 발생하는 것으로 분석된다.

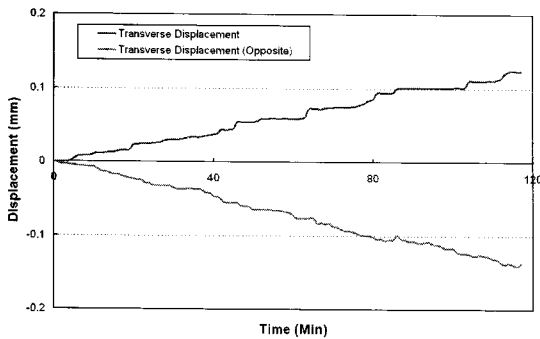


그림 6. 1차 긴장력 도입시 횡방향 변위

#### 4. 2차 긴장시 거동분석

1차 긴장을 완료한 후 이틀 후에 2차 긴장력을 도입하였다. 2차 긴장력 도입시에는 긴장완료후 건조수축과 환경하중 등에 의한 슬래브의 거동을 연속적으로 파악하기 위하여 약 일주일간 슬래브의 거동을 계속하였다. PTCP 슬래브의 각 측정위치에서의 종방향 변위측정결과를 그림 7에 나타내었다. 긴장력 도입시점이 낮 시간으로 슬래브가 환경하중에 의해 늘어나고 있는 상황이었으며 긴장력 도입시에도 슬래브가 계속 늘어나는 움직임을 보이다가 어느 시점후에 줄어드는 움직임을 나타내는 것을 알 수 있다. 또한 슬래브가 환경하중에 의해 늘어나고 줄어드는 움직임을 반복하면서 궁극적으로는 건조수축에 의해 꾸준히 줄어드는 움직임을 보이는 것을 알 수 있다.

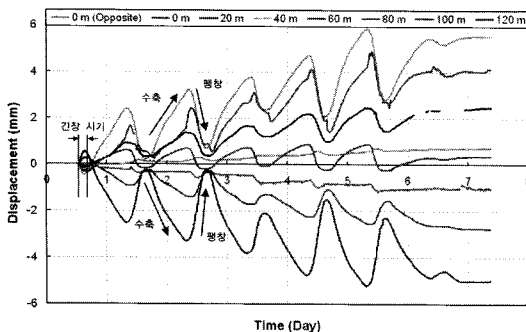
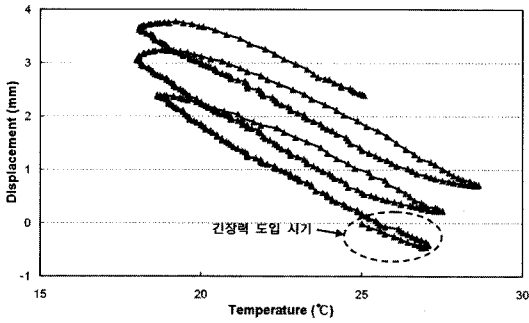


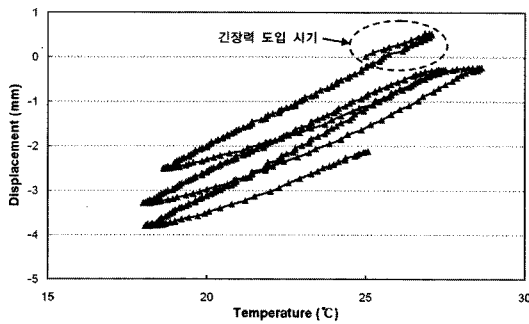
그림 7. 2차 긴장에 의한 PTCP 종방향 변위

슬래브의 양끝단에 압축력을 가하면 슬래브 양끝단에서의 변위가 가장 크며 양끝단에서 슬래브의 가운데로 갈수록 변위가 감소해야 하며 결국 슬래브의 가운데에서는 변위가 거의 발생하지 않아야 한다. 이러한 현상은 그림 7의 측정결과에서 볼 수 있다. 하지만 슬래브의 가운데 지점인 60m 지점에서의 변위가 40m와 80m 지점의 변위변화 사이에서 움직이지 않고 오히려 그보다 더 크게 발생한 것을 알 수 있다. 이는 슬래브 가운데 부분에 포켓을 형성하면서 횡방향으로 발생한 균열 때문에 실제적으로는 슬래브가 60m 지점을 중심으로 두 개로 나누어진 것과 같아 60m 지점에서는 오히려 더 큰 변위가 발생한 것으로 분석된다. 하지만 프리스트레싱이 제대로 가해졌다면 균열이 있음에도 불구하고 슬래브 전체가 하나의 슬래브인 것처럼 거동해야 하는데 본 측정결과를 보면 2차 긴장에 문제가 있는 것으로 판단되었다.

PTCP에 긴장력 도입여부를 정확히 파악하기 위하여 긴장력 도입시와 긴장력 도입후 약 3일간의 슬래브 평균온도와 변위의 상관관계를 분석하여 그림 8에 나타내었다. 분석에서는 슬래브에서 가장 크게 발생하는 변위인 양끝단에서의 변위를 사용하였다. 그림 7에서와 마찬가지로 측정위치의 변위가 0m에서 120m 쪽으로 변화하는 것을 양(+)의 변위로 가정하여 나타내었기 때문에 온도상승과 건조수축으로 인한 슬래브의 수축이 0m 지점에서는 양(+)의 방향으로 표시되었고 120m 지점에서는 음(-)의 방향으로 표시되었다. 만약 슬래브에 긴장력이 적절하게 도입되었다면 긴장력 도입시의 온도에 따른 슬래브의 변위변화는 긴장을 가하지 않은 날들의 온도에 따른 변위변화량보다 더 큰 변위변화량을 나타내어야 한다. 하지만 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 긴장력 도입시와 긴장력 도입후 온도변화에 따른 슬래브의 변위변화는 매우 비슷한 것을 알 수 있다. 따라서 2차 긴장력 도입에서는 PTCP 슬래브에 긴장력이 제대로 도입되지 않은 것을 알 수 있다.



(a) 0m



(b) 120m

그림 8. 2차 긴장시 슬래브 온도와 변위 상관관계

1차 긴장력 도입과 2차 긴장력 도입시기 사이에 슬래브 중앙부분의 포켓부에서 횡방향을 따라 발생한 균열의 거동을 측정하여 온도변화와 비교하였다. 그림 9에 보인 바와 같이 횡방향 균열은 온도의 변화에 따라 열림과 닫힘을 계속하고 있는 것을 알 수 있다. 만약 횡방향 균열폭의 변화가 거의 없었다면 긴장력에 의해 슬래브가 일체화되었음을 알 수 있었겠

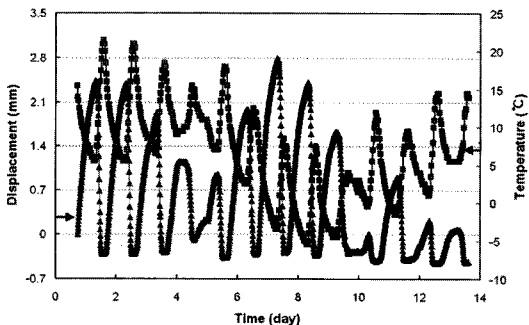
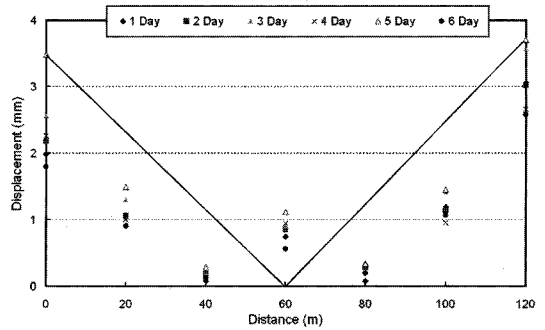


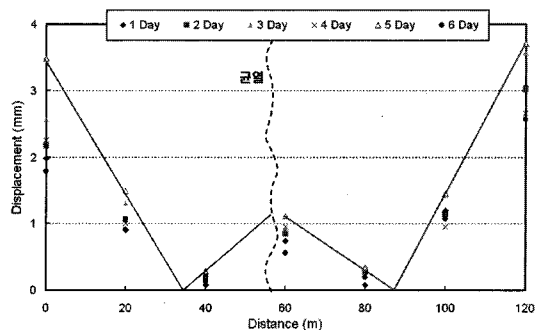
그림 9. 포켓부 균열거동

지만 균열폭의 변화가 뚜렷이 나타나는 것으로 보아 균열을 중심으로 슬래브가 분리되어 거동하는 것으로 판단되었다.

2차 긴장후 약 6일 동안 슬래브의 일일 종방향 변위변화량을 그림 10에 나타내었다. 그림에서 거리에 따른 일일 종방향 변위변화량을 나타내었는데 만약 슬래브가 일체화되고 하부지반과의 마찰이 없다면 그림 10(a)의 실선으로 표시한 바와 같이 일일 종방향 변위가 나타나게 될 것이다. 하지만 이미 언급한 바와 같이 슬래브 중앙 포켓부에서 발생한 횡방향 균열 때문에 실선으로 표시한 거동을 보이지는 않았다. 따라서 횡방향 균열에 의해 120m의 슬래브가 두 부분으로 분리되었다고 가정하고 분석을 하면 그림 10(b)와 같은 결과를 얻게 된다. 즉, 슬래브가 어느 정도는 두 개의 슬래브로 분리되어 거동하는 것을 알 수 있다. 슬래브가 완전히 두 개의 슬래브로 분리되었다면 각



(a) 단일 슬래브



(b) 분리된 슬래브

그림 10. 종방향 일일 변위변화량 분석



각의 슬래브가 30m와 90m 지점을 중심으로 대칭거동을 보였을 것이며 60m 지점에서의 변위는 0m와 120m의 변위와 비슷할 것이다. 하지만 슬래브가 완전히 두 개의 슬래브로 분리된 것은 아니기 때문에 60m 지점에서의 변위가 양끝단인 0m와 120m에서의 변위에 비해서는 상당히 작은 것을 알 수 있다. 따라서 일일 종방향 변위분석을 통해서도 2차 긴장력이 적절히 도입되지 않았다는 것을 확인할 수 있다. 또한 분리된 각각의 슬래브에서 변위와 거리의 관계가 거의 선형인 것으로 보아 슬래브와 하부층과의 마찰에 의한 저항이 거의 발생하지 않는 것을 알 수 있다.

2차 긴장력 도입시와 도입후의 횡방향 변위변화를 그림 11에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 횡방향으로도 환경하중에 의해 슬래브가 팽창과 수축을 반복하며 시간이 지날수록 건조수축에 의해 슬래브가 수축해 가는 것을 알 수 있다.

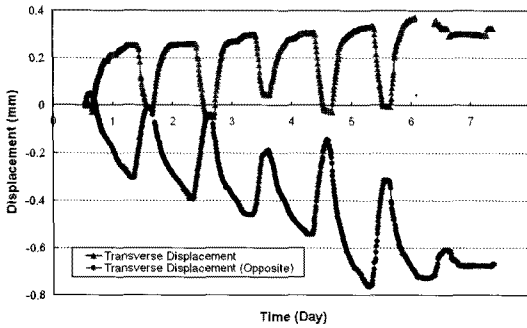
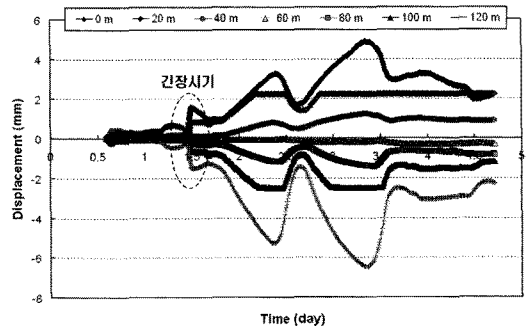


그림 11. PTCP 횡방향 변위

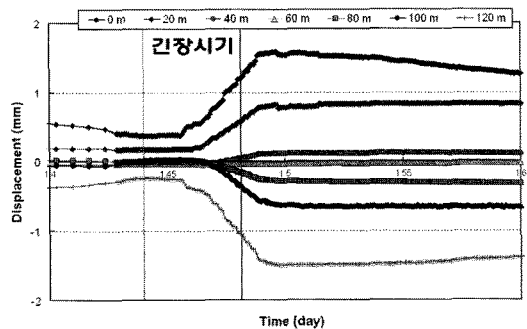
### 5. 3차 긴장시 거동분석

2차 긴장력 도입에 의한 PTCP 슬래브의 거동분석을 통해 설계긴장력 만큼의 긴장이 적절하게 도입되지 않은 것을 확인한 후 3차 긴장을 수행하였다. 3차 긴장력 도입시에는 긴장전·후의 환경하중에 의한 슬래브의 거동을 파악하기 위하여 긴장력을 도입하기 하루 전부터 도입후 3일간 슬래브의 거동을 연속

적으로 계측하였으며 결과를 그림 12에 나타내었다. 그림에서 시간에 따른 변위의 변화가 일직선을 나타내며 변화하지 않는 것처럼 보이는 부분은 슬래브 변위가 LVDT의 측정범위를 벗어나서 발생한 현상이다. 그림 12(a)에 나타낸 바와 같이 2차 긴장력 도입시와는 다르게 긴장력 도입시에 슬래브의 변위 변화가 급격하게 나타나는 것을 확연하게 알 수 있다. 그림 12(b)에서는 이러한 긴장력 도입시 슬래브 변위의 변화를 확대하여 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 긴장력을 도입하면 곧바로 슬래브의 거동에 변화가 생기지 않고 약 10분정도 뒤에 슬래브의 변위 변화가 발생하기 시작하는 것을 알 수 있다. 또한 긴장력 도입을 마친 후에도 일정시간동안 변위변화가 계속 발생하였다. 이는 긴장을 가하면 슬래브와 하부층과의 마찰저항 등에 의해 슬래브의 변위가 바로 발생하지 못하고 시간의 차이를 두고 점진적으로 발생한다는 것을 의미한다.



(a)



(b)

그림 12. 3차 긴장력 도입에 의한 PTCP 종방향 변위



슬래브의 각 위치에서의 변위를 살펴보면 2차 긴장 시와는 달리 슬래브 중앙인 60m 지점의 변위가 거의 발생하지 않는 것으로 보아 긴장이 매우 잘 되어서 균열이 있음에도 불구하고 슬래브가 일체로 거동한다는 것을 알 수 있다. 이는 PTCP는 균열이 발생하더라도 긴장이 제대로 되면 균열이 일반적인 콘크리트 포장에서 파손으로 고려되는 균열과는 다른 비활성 균열로 생각할 수 있으며 이것은 PTCP의 매우 우수한 장점이라고 할 수 있다.

3차 긴장시의 긴장력 도입여부를 보다 확실하게 파악하기 위하여 2차 긴장시 분석한 것과 같이 슬래브의 온도와 변위의 상관관계를 분석하여 그림 13에 나타내었다. 그림 8에 나타난 2차 긴장력 도입시와는 다르게 3차 긴장시는 긴장시기에 온도에 따른 변위가 거의 수직으로 급격하게 발생하는 것을 알 수 있다. 이러한 분석을 통해 3차 긴장력 도입에서는 긴장력이 적절하게 도입되었음을 알 수 있다.

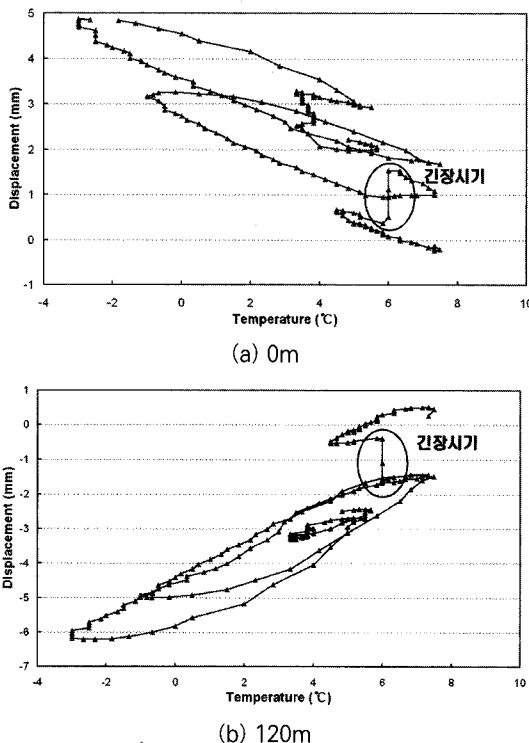


그림 13. 3차 긴장시 슬래브 온도와 변위 상관관계

슬래브 중앙부분에 발생한 횡방향 균열의 3차 긴장력 도입전·후의 거동을 측정하여 그림 14에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 긴장력을 도입한 후 횡방향 균열폭의 변화를 살펴보면 약 12°C의 온도변화에 약 0.05mm 정도의 움직임이 나타내었다. 이는 그림 9에 나타난 2차 긴장력 도입후의 균열폭 거동측정시의 약 12°C의 온도변화에 3mm이상의 움직임을 보인 결과와 비교하면 3차 긴장후에는 균열폭의 움직임이 거의 없다는 것을 알 수 있다. 이를 통해 3차 긴장력이 적절히 도입되었음을 알 수 있으며 이로 인해 횡방향 균열이 존재하더라도 슬래브가 일체화되어 거동하는 것을 알 수 있다.

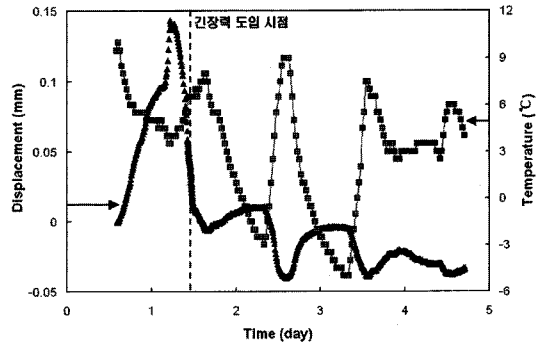


그림 14. 3차 긴장 전·후 포켓부 균열거동

3차 긴장후 약 3일 동안 슬래브의 일일 종방향 변위변화량을 그림 15에 나타내었다. 2차 긴장후의 결과인 그림 10과는 달리 3차 긴장후에는 슬래브가 완전히 일체화 되어 단일 슬래브의 거동을 보이는 것을 알 수 있다. 즉, 슬래브의 중앙부에서의 변위는 거의 없으며 양끝단으로 갈수록 변위가 커지게 된다. 변위와 거리와의 관계를 살펴보면 완전한 선형관계가 되지 않는 것으로 보아 하부층과의 마찰저항 영향이 어느 정도 받는 것을 알 수 있다. 그림 10에서 슬래브가 균열에 의해 분리되어 거동할 때는 하부층에 의한 마찰의 영향을 거의 받지 않았으나 슬래브가 긴장에 의해 일체화 되어 거동할 때에는 슬래브의 길이가 길어짐에 따라 어느 정도의 마찰저항이 존재하는 것으로 판단된다.



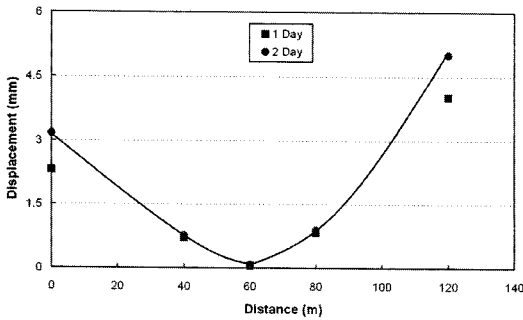


그림 15. 3차 긴장후 종방향 일일 변위변화량 분석

## 6. 결론

본 연구는 포스트텐션드 프리스트레스트 콘크리트 포장 공법의 국내 적용을 위해 수행한 시험시공시 현장실험을 통해 긴장에 의한 PTCP의 구조적 거동을 분석하기 위하여 수행되었다. 실험을 위해 120m 길이의 PTCP 슬래브 타설시 온도측정 센서 및 LVDT를 장착하여 환경하중과 슬래브의 종횡방향 변위의 변화를 측정하였다. 총 3차례에 걸쳐 긴장력을 도입하였으며 긴장시와 긴장 전·후의 슬래브 변위를 측정하여 분석함으로써 긴장에 대한 PTCP 슬래브의 거동을 파악하였다. 본 연구를 수행하며 도출한 결론은 다음과 같다.

- 시공초기 콘크리트 타설후 약 10시간 내외에 수행하는 1차 긴장력 도입시의 슬래브 종방향 변위 변화는 슬래브의 양끝단인 조인트 부분에서는 확연하게 발생하였으나 그 이외의 부분에서는 매우 미소하게 발생하였다.
- 1차 긴장력 도입시 횡방향 변위는 종방향 변위에 포아송비를 고려한 변위에 비해 상당히 크게 발생하였는데 그 이유는 하부층과의 마찰 및 콘크리트의 소성성질 등 여러 요인에 의해 정착구 부근에서 크게 발생하는 종방향 수축변위에 의해 조인트와 근접한 위치에서는 횡방향으로 팽창하

는 양이 큰 것으로 분석된다.

- 긴장력 도입이 적절하게 이루어졌는지는 온도와 변위의 상관관계, 횡방향 균열거동, 일일 종방향 변위변화량 등을 측정하여 분석함으로써 판단할 수 있으며 2차 긴장은 적절하게 이루어지지 않았으며 3차 긴장은 제대로 수행되었음을 알 수 있었다.
- 긴장력 도입 전·후의 온도변화에 따른 슬래브의 변위변화를 살펴보면 긴장이 제대로 가해지면 긴장시에는 온도가 거의 일정하더라도 변위의 변화가 급격하게 나타나는 것을 알 수 있다.
- 긴장에 의한 슬래브의 변위변화는 슬래브와 하부층과의 마찰 등에 의해 긴장을 가하자마자 발생하지는 않으며 약간의 시차를 두고 발생하는 것을 알 수 있다.
- 슬래브에 횡방향 균열이 발생하더라도 긴장이 제대로 가해지면 균열을 기준으로 슬래브가 서로 분리되지 않으며 슬래브가 일체의 거동을 보이게 된다.
- 슬래브의 일일 종방향 변위변화량을 여러 위치에서 측정하여 분석한 결과 슬래브와 하부층과의 마찰저항이 존재하기 때문에 변위와 거리와의 관계가 완전한 선형은 아니라는 것을 알 수 있다.

## 참고문헌

- Brunner, R. J. (1975). "Prestressed Pavement Demonstration Project," *Transportation Research Record*, No. 535, Transportation Research Board.
- Friberg, B. F. and Pasko, T. J. (1973). "Prestressed Concrete Highway Pavement at Dulles International Airport," *Highway Research Record*, No. 466, Highway Research Board, pp. 1-19.
- Klunker, F. (1981). "Status and Developments in the Construction of Prestressed Concrete Runways in European Airport," *Proceedings of*



.....

*the 2nd International Conference on Concrete Pavement Design, Session 6: Airport Pavement, Purdue University, West Lafayette, Indiana.*

Medina-Chavez, C. I. and Won, M. (2005).  
“Design Standards, Special Specifications, and Monitoring Plan for PCP in Texas,” *Research Report 5-4035-01-1*, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin. pp. 1-50.

Mendoza-Diaz, A., McCullough, B. F., and Burns, N. (1986). “Design of the Texas Prestressed Concrete Pavement Overlays in Cooke and McLennan Counties and Construction of the McLennan County Project,” *Research Report 555/556-1*, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin.

Powers, R. and Zaniewski, J. (1987). “Nine Year Performance Evaluation of Arizona’s Prestressed Concrete Pavement,” *Transportation Research Record*, No. 1136, Washington, D. C.

접 수 일 : 2009. 2. 18  
심 사 일 : 2009. 2. 19  
심사완료일 : 2009. 3. 5