

## 영종대교 상로도로 강상판의 구스아스팔트 열영향

### Thermal Effect of Guss Asphalt on Upper Steel Deck of Youngjong Grand Bridge

이 완 훈\* · 이 명 재\*\*  
Lee, Wan Hoon · Lee, Myeong Jae

#### Abstract

Guss asphalt used in pavement of a steel deck bridge may cause severe stress and displacement on the bridge as it is treated using very high temperatures ranging from 220oC to 260oC. Therefore, it is critical to estimate the thermal effect of Guss asphalt on the steel deck bridge before the width and pattern of the unit portion are decided in order to minimize impact. In this study, we have conducted a series of numerical analysis of the upper road of Youngjong Grand Bridge, verified the feasibility of numerical value analysis by comparing the results with the data measured, and studied the thermal effects of Guss asphalt on the steel deck bridge according to temperature changes.

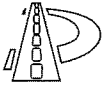
*Keywords* : *guss asphalt, steel deck bridge, thermal effect, Youngjong Grand Bridge, upper road, numerical analysis*

#### 요 지

강상판의 포장에 사용되는 구스아스팔트는 시공시 220°C에서 260°C의 고온 상태에서 시공되기 때문에 강상판에 과도한 응력 및 변형을 발생시킬 수 있다. 따라서 구스아스팔트의 포설시 강상판에 미치는 열영향을 평가하고 그 영향의 최소화를 위한 포설폭과 패턴을 선정하여야 할 필요가 있다. 본 연구에서는 영종대교 상로도로의 구스아스팔트에 의한 열영향을 평가하기 위하여 일련의 수치해석을 수행하였으며 그 결과를 계측결과와 비교하여 수치해석방법의 타당성을 검증하고, 구스아스팔트가 강상판에 미치는 열영향을 검토하였다.

**핵심용어**: 구스아스팔트, 강상판, 열영향, 영종대교, 상로도로, 수치해석

\* 정희원 · 청운대학교 토목환경공학과, 전임강사  
\*\* (주) 유신코퍼레이션, 구조본부 이사



## 1. 서론

최근 국내에는 새로운 종류의 구스아스팔트 포장 일부 강상판 교량에 채택되었다. 즉, 신공항 고속도로 해상구간에 건설된 영종대교, 한강에 건설된 청담대교와 건설중인 가양대교, 그리고 부산의 광안대교 포장공사에 선정되어 검토/시공되었다. 특수포장으로 소개된 구스아스팔트는 고무아스팔트, 수지아스팔트, 매스틱아스팔트 등과 같은 개질아스팔트로 분류할 수 있다.

구스아스팔트는 기존의 아스팔트에 비하여 강상판과의 부착성, 내구성 등에서 우월한 특성을 가지며 유럽 지역에서 먼저 사용되어 왔다. 아시아에서는 일본에서 약 50년 전부터 사용되어 왔으나 국내에서는 혼합재료인 트리니다드레이크(trinidad lake) 아스팔트와 특수장비의 사용에 따른 비용증가 요인으로 도입되지 않았으나 최근에 강상판 교량의 수효가 증가하고 기존의 아스팔트의 사용시 발생하는 잦은 보수/보강과 이에 따른 교통방해 등의 문제점을 해결하기 위하여 강상판 교량의 포장에 채택되었다.

구스아스팔트가 기존의 아스팔트와 비교하여 가지는 현저한 차이점은 220~260 °C의 고온상태에서 포설되어야 한다는 점이다. 고온 상태의 구스아스팔트가 강상판 위에서 시공이 되었을 때 시간이 지남에 따라 열이 강상판으로 전달되며, 혼합물과 직접 접하게 되는 강상판 하면의 온도가 100°C 이상 상승한다. 시공중의 온도 상승은 시공중인 구조물의 변형을 유발하고 시공 후에는 잔류응력 및 잔류변형의 형태로 남게 된다.

복층으로 구성된 영종대교 해상구간의 상층 및 하층도로는 모두 강상판으로 구성되어 있으며 상로도로는 상대적으로 강성이 큰 박스형 구조이고, 하로도로는 비합성 강상판 구조로서 포설폭은 10.5m이다. 강상판 교량부분의 포장구성은 강상판

과의 부착성 및 유연성에서 우수한 기능을 가진 것으로 알려진 구스아스팔트를 기층으로하고 상층인 표층은 고무성분을 함유한 개질아스팔트로 구성되었다.(영종대교 감리단, 1998).

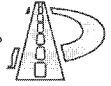
본 연구에서는 구스아스팔트의 포설시 발생하는 강상판의 열변형에 따른 문제점을 수치해석을 통하여 검토하는 방법을 제시하고, 이를 실제 강상판 교량인 영종대교 상로도로에 적용하여 구스아스팔트 포설에 따른 열 영향의 정도를 고찰한다. 즉, 시간에 따른 강상판의 가정된 온도변화, 포장 폭 등을 적용한 3차원 상층 수치해석 결과를 실제 계측한 강상판의 발생응력, 신축량 등과 비교한다.

## 2. 구스아스팔트

구스는 독일어로 '흘러 들어간다'라는 뜻의 동사에서 유래된 단어이며 구스아스팔트는 고온상태에서의 혼합물의 유동성을 이용하여 유입해서 깔고 고르는 아스팔트 혼합물이다.

구스아스팔트의 특징으로는 1) 공극이 거의 없고 수밀성이 높다, 2) 채움재 함유량이 많기 때문에 내충격성, 처짐에 대한 저항성이 크다, 3) 고온시의 유동성을 이용하여 유입 시공하므로 전압이 필요 없다 등으로 열거할 수 있지만 강상판의 포장에 사용하는 주된 이유는 수밀성이 높다는 점, 처짐에 대한 저항성이 크다는 점 등이다.

구스아스팔트는 스트레이트 아스팔트와 트리니다드레이크 아스팔트를 혼합한 것, 블로운 아스팔트와 트리니다드레이크 아스팔트를 혼합한 것, 수지와 스트레이트 아스팔트를 혼합한 것 등 다양하지만 영종대교의 경우에는 스트레이트 아스팔트와 트리니다드레이크 아스팔트를 혼합한 것을 바인더로 하고 굵은 골재, 잔골재 및 채움재를 배합하여 플랜트에서 혼합한 후 유입시공이 가능한 작업성(유동성)과 안정성을 얻을 수 있도록 쿠기



(cooker)내에서 교반/혼합한 것이다.

구스아스팔트의 바인더인 경질아스팔트에는 트리니다드레이크 아스팔트가 일반적으로 경질아스팔트 총 중량의 20~30% 정도 혼합되며, 운반차량인 쿠키는 가열보온장치 및 교반기를 갖추어야 한다. 아스팔트 플랜트의 믹서에서 배출되었을 때 혼합물의 온도는 배출 시점에서 180~240°C의 범위 이내가 적합하고, 쿠키에서의 교반 시간은 30분 이상으로 하며 쿠키 종료 후의 쿠키 출구에서의 혼합물의 온도는 220~260°C의 범위 내에 있어야 적절한 시공 및 품질관리가 용이하다 (사카키테츠오,1998).

### 3. 열 영향 수치해석

#### 3.1 수치해석 개요

영종대교는 그림 1과 같이 상호상형은 중심간

거리가 35m인 강성이 큰 박스형 상현재 사이에 격벽과 U-리브에 의해 상로도로의 노면인 강상판이 지지되며, 전체적으로 큰 박스형태를 이루는 구조계의 형태로 설계되어 있다.

일반적으로 교량의 구조해석에 많이 사용되는 보요소를 위주로 구성된 간략화된 수치해석 모델은 단순화된 형태로의 모델링으로 인하여 입력데이터의 작성시간이 짧고, 해석 수행 시간이 짧은 것에 비하여 비교적 정확하게 교량의 전체적인 거동 및 주부재의 거동특성 등을 얻을 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 구스아스팔트 포설에 따른 상판의 거동 및 국부좌굴 등에 대한 거동은 이러한 간략화된 수치해석 모델이 상판자체를 구현할 수 없기 때문에 수치해석 결과에 나타나지 않는다. 따라서 평판/셸 및 보요소를 적절하게 이용하여 실제 구조물에 가까운 3차원 입체 모델을 구성하여 수치해석을 수행할 필요가 있다.

본 연구에서는 구스아스팔트 포설시의 열영향

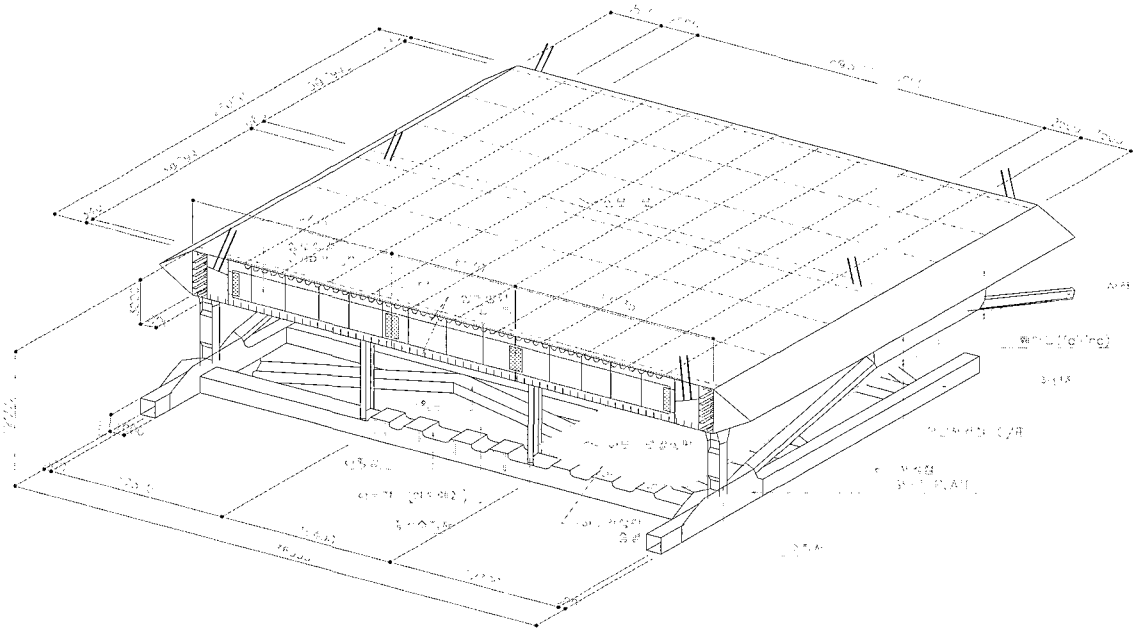
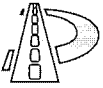


그림 1. 영종대교 보강형 단면도



수치해석을 위하여 보강형의 강성이 작은 것으로 평가되는 영종대교 현수교를 대상으로 3차원 입체모델을 구성하였다.

구성된 해석모델은 설계도상의 형상을 가능한 그대로 표현해야 하지만 사용하는 계산기 및 프로그램의 허용용량에 따라 전체결과에 영향이 크지 않는 범위에서 일부부재의 단순화 및 생략으로 사용되는 유한요소의 숫자를 최소화 하였다.

수치해석 모델의 적합성을 검토하기 위하여 영종대교 현수교의 3차원 전체 모델링의 초기 형상 해석을 3차원 뼈대 모델링의 해석과 비교하였으며 이때의 해석모델의 일부를 구스아스팔트 열영향해석에 사용하였다. 또한 현수교 전체를 비대칭 하중인 온도하중을 재하하는 경우 해석시간이 과다하게 요구되는 등의 비효율성을 피하기 위하여 각 해석단계에서 수치해석 영역을 적절히 달리하는 모델을 구성하여 수치해석을 수행하였다. 현수교의 해석에는 'STRAND6'를 이용하였다.

수치모델을 구성함에 있어서 교량 구조물의 형상, 치수 등은 현수교 설계도면을 기준으로 하였으며 평판/셀요소, 보요소, 케이블요소 등을 혼합하여 사용하였다. 보강형의 주부재라 할 수 있는 상부 및 하부 플랜지, 복부판, 다이아프램 등은 평판/셀요소를 사용하여 모델링 하였고 상부 및 하부플랜지에 용접으로 연결된 종리브는 보요소를 이용하여 모델링하였다. U-리브의 강성은 모델링의 편의를 위하여 상/하부 플랜지를 구성한 평판/셀요소의 교량 축방향 연결선을 따라 보요소를 배치하고 실제 리브부재의 전체강성을 리브 보요소에 고르게 분배시켰다. 초기형상 해석시 응력의 집중이 예상되는 행거 정착부, 케이블 정착부, 보강형 상/하부 연결판, 하현재의 수직재와 하횡구 이음부 등은 국부적으로 크기가 작은 평판/셀요소를 사용하였다. 바람에 의한 저항을 줄여주는 웨어링은 평판/셀요소를 사용하였고 웨어링 내부에 부착된 T형 리브 등의 보강재는 보요

소를 사용하였다. 하현재, 하로횡형, 하횡구 등의 부재는 투재단면이 가장 불리한 부분을 대표단면으로 설정하여 보요소로 모델링 하였다. 또한, 보요소와 평판/셀요소와의 연결에는 강체요소를 연결부분에 이용하였다. 하로도 부분은 사하중으로 하로횡형에 재하하였다.

수치해석에 의한 구스아스팔트 열영향 검토시 주요 검토항목은 그림 2에 나타난 바와같이 수평힘에 의해 교좌장치에 발생하는 수평반력, 교좌장치의 부반력, 교좌장치 유간의 확보, 신축장치의 유간확보, 강상판에 발생하는 응력 등이다(일본도로협회, 1998).

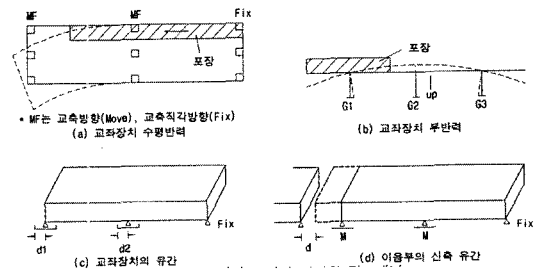
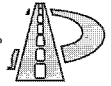


그림 2 강상판 교량의 열영향 검토개념

### 3.2 설정조건

구스아스팔트 시공에 사용될 피니셔(2.5~4.5m 포설형 wheel 형)의 적용성을 고려하여 상행 및 하행의 포설폭에 대하여 횡단상으로 그림 12에 나타난 바와 같이 4개의 레인으로 분할하며 중앙 분리대로 부터 1레인과 3레인을 1차 포설하고, 2레인과 4레인을 2차 포설하였다. 피니셔의 시공속도는 포설속도는 0.6m/min으로 가정하였으며 1일 구스아스팔트 생산 플랜트와 운반 쿠커의 운영조건을 고려하여 구스아스팔트의 1일 포설량은 184m를 연속 포설하는 것으로 설정하였으며 실제 시공시 설정된 조건을 가능한 준수하며 시공하였다.

강상판 및 강상판에 연결된 수직방향 증형으로



의 열전달 정도를 나타내는 수직방향의 온도변화는 아카시대교, 인노시마대교, 하쿠초대교 등의 참고자료 (일본도로협회, 1998)를 고려하여 그림 3에 나타난 바와 같은 2가지 형태의 온도분포를 선정하였다. 그리고 보요소로 모델링된 U-리브는 강상판과 U-리브 중심축과의 거리를 고려하여 강상판 온도변화의 80%에 해당하는 온도변화가 발생하는 것으로 설정하였다.

온도분포의 가정에 있어서 (a)TYPE1 형태의 온도분포는 구스아스팔트 포설후 90분간 지속되고, (b)TYPE2 형태의 온도분포는 구스아스팔트 포설후 90분부터 120분간 유지되며 포설후 210분 (3.5시간)이 지나면 강상판은 원래의 온도로 회복하는 것으로 설정하였다.

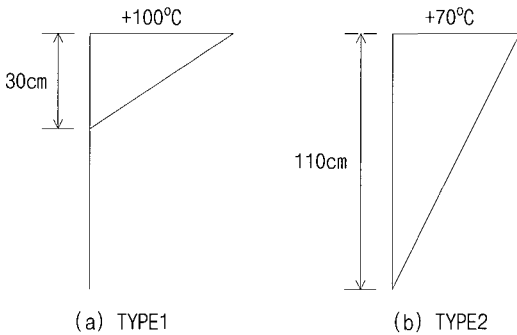


그림 3. 종형의 온도분포

### 3.3 수치모델 형상

영종대교 현수교의 열영향 수치해석을 위해 앞에서 언급한 바와 같이 현수교에 전체에 대하여 그림 4에 제시한 3-D 수치해석 모델을 구성하였다. 사용된 절점수와 평판/셸요소의 수효는 각각 130,564개와 144,448개이다.

현수교 전체를 온도하중을 재하하여 수행하는 경우 과도한 계산시간이 요구되므로 그림 5~12과 같이 적절히 해석범위를 달리하는 모델을 구성하여 수치해석을 수행하였다.

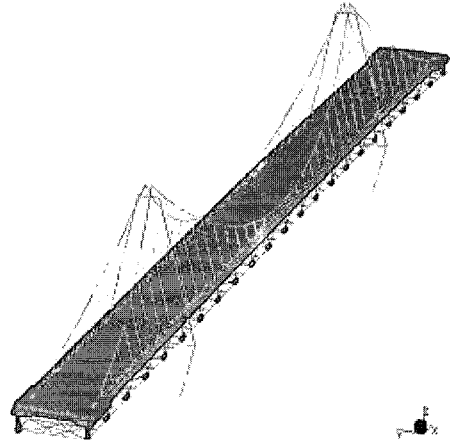


그림 4. 현수교 전체 수치모델 형상

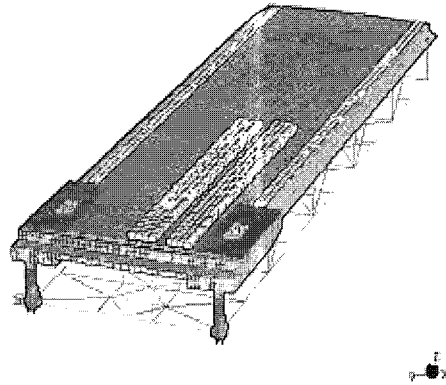


그림 5. 1,3레인 초기 90분 포설시(54m)

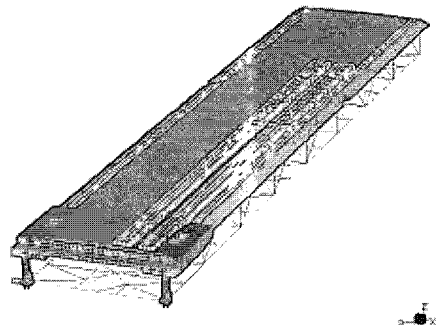


그림 6. 1,3레인 초기 3.5시간 포설시(126m)

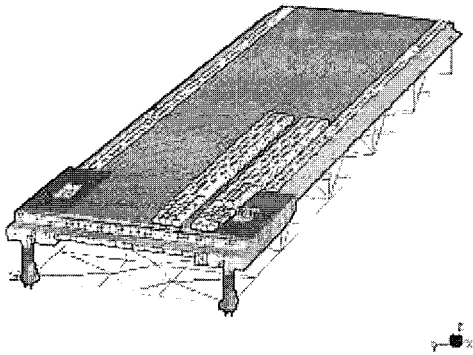
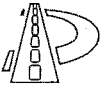


그림 8. 2,4레인 초기 90분 포설시(54m)

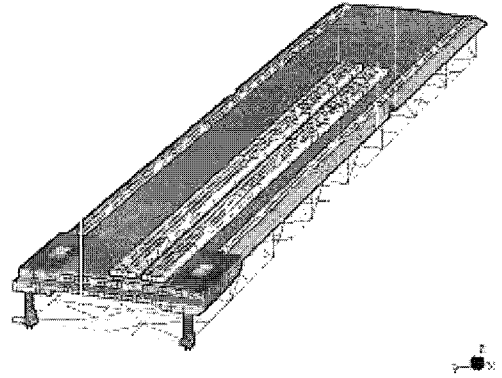


그림 9. 2,4레인 초기 3.5시간 포설시(126m)

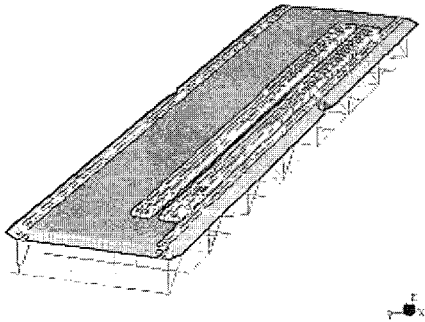


그림 10. 2,4레인 1일 작업량 완료시(126m)

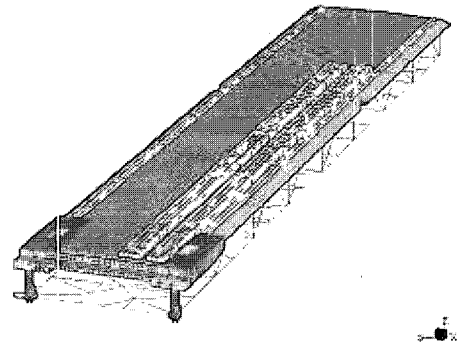


그림 11. 1,3레인 3.5시간 포설시(126m)

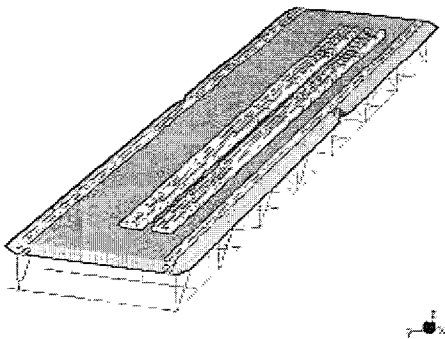


그림 7. 1,3레인 1일 작업량 완료시(126m)

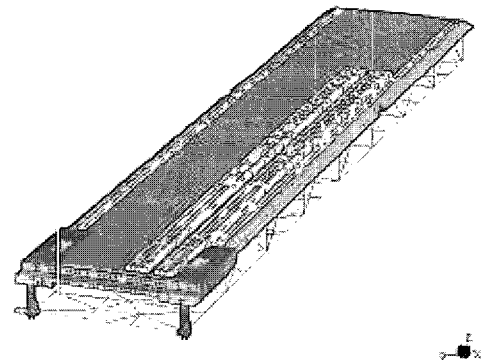
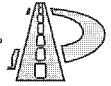


그림 12. 2,4레인 3.5시간 포설시(126m)



### 3.4 수치해석 결과

수치해석 결과 발생하는 최대값을 표로 정리하여 나타내면 표 1과 같다. 해석시 사하중에 의해 보강형에 주어지는 상시 압축력과 포장 자체의 무게는 고려되지 않았다. x축은 교축방향, y축은 교면상에서의 교축직각방향 그리고 z축은 중력방향인 교축직각방향이다. (vm는 Von Mises 합성응력을 의미한다.

해석결과를 살펴보면 최대 발생응력은 2.865kg/cm<sup>2</sup>의 합성응력이 강상판에 발생하고, 변위는 교량의 단부에서 교축방향으로 2.38cm, 교축직각방향으로 3.40cm 발생하는 것으로 수치해석 결과와 예상이 되었다. 강상판에 발생하는 최대응력에 가까운 큰 합성응력은 강상판이 다이아프램으로 구축된 인접부에서 포장이 진행되면서 차례로 발생하므로 다이아프램이 위치하는 모든 강상판 인접부에 사용된 강재는 수치해석 결과 발생이 예상되는 최대응력에 대하여 검토되어야 할 것으로 판단된다. 최대변위는 교량의 끝 단부에서 발생하며 따라서 사용되는 Exp. Joint는 해석결과와 변위량을 흡수할 수 있는 종류 또는 후가설되어야 할 것으로 판단된다.

표 1. 열영향 수치해석 결과(단위:kg, cm)

### 4. 열 영향 계측

영종대교 상로도로는 전체강성이 비합성의 강상판 교량에 비하여 강성이 크므로 구조물 전체에 발생하는 변형보다는 다이아프램 사이 등과 같이, 구축된 부재사이의 상판부에서 국부적으로 열영향에 의한 과도한 응력이 발생할 수 있다. 상로도로에 있어서 구스아스팔트의 포설에 따른 열전도와 발생응력의 정도를 파악하기 위하여 온도계지와 변형률계를 부착하고 상로도로의 연결부에 시공중 발생하는 변위의 정도를 파악하기

항목	Case1 (그림 5)	Case2 (그림 6)	Case3 (그림 7)	Case4 (그림 8)	Case5 (그림 9)	Case6 (그림 10)	Case7 (그림 11)	Case8 (그림 12)	
평면	$\sigma_{xx}$ 최대	1,142	1,662	630	1,623	1,876	780	2,130	2,423
	$\sigma_{xx}$ 최소	-2,134	-2,249	-2,236	-2,128	-2,212	-2,199	-2,302	-2,260
	$\sigma_{yy}$ 최대	1,965	1,387	956	1,789	1,395	1,014	1,981	1,805
	$\sigma_{yy}$ 최소	-1,760	-2,030	-1,731	-1,995	-1,986	-1,685	-2,030	-2,198
	$\sigma_{vm}$	2,854	2,464	2,325	2,424	2,636	2,401	2,865	2,635
보	$\sigma_t$	1,715	1,838	1,607	1,687	1,847	1,600	2,172	2,255
	$\sigma_c$	-1,877	-1,910	-1,612	-1,698	-2,054	-1,648	-2,315	-2,527
변위	Dx	1.57	1.72	1.77	1.49	1.78	1.92	2.31	2.38
	Dy	1.22	2.02	1.16	1.60	2.99	1.57	2.29	3.40
	Dz	4.52	10.21	8.61	6.76	10.11	8.62	11.67	11.56

위하여 변위계를 부착하여 측정하였다.

### 4.1 계측위치

구스아스팔트 포설에 따른 상로도로의 거동을 파악하기 위하여 현수교의 영종도축 북쪽 연단에서 두번째 다이아프램부에 그림 13~15와 같이 강상판의 이면, U-리브, 다이어프램에 온도와 변형률 계지 및 변위계를 설치하였다.

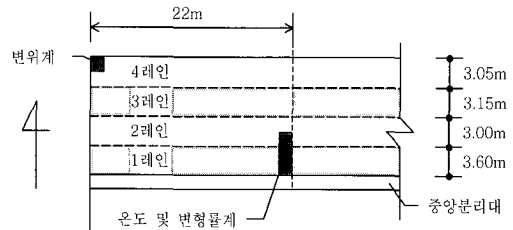


그림 13. 계측계지의 위치 평면도

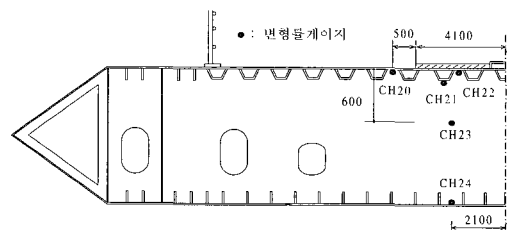


그림 14. 변형률계지 단면배치도

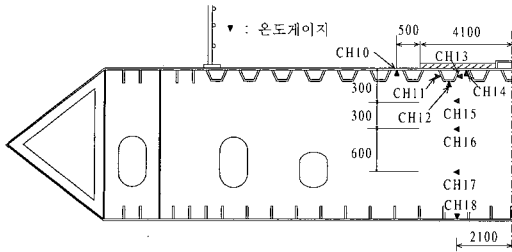


그림 15. 온도계이지 단면배치도

## 4.2 계측방법

데이터 계측 사이클은 포설시공 시작시부터 개시하여 1분간격으로 실시하고, 계이지 부착부를 포설 피니셔가 통과한 후 온도가 상온으로 회복할 것으로 예상되는 3시간 30분까지 지속하는 것으로 하였다.

## 4.3 계측결과

### 4.3.1 강상판의 온도변화

시간에 따른 강상판의 온도변화와 종형의 수직방향 온도변화의 정도는 그림 16 및 그림 17과 같다. 포설에 의해 강상판의 이면에 발생하는 최대 온도차는 약  $97^{\circ}\text{C}$ 이며 해석상 설정된 온도  $100^{\circ}\text{C}$ 의 범위 내에서 발생하였다. 수치해석 온도 하중 그림 3의 (a)TYPE1의 최대 온도 상승량과 거의 일치하는 것으로 나타났다. 그리고 최대 온도변화는 피니셔 통과후 약 11분 경과 후에 계측되었다. 이때의 외기온과 강상판의 온도는 약  $22^{\circ}\text{C}$  와  $30^{\circ}\text{C}$  정도였다.

열의 전달에 의한 온도변화는 포설후 90분까지는 상판에서 30cm 떨어진 영역 내에서 급격하게 상승하고, 90분 이후로는 1m 영역 내에서 선형적으로 온도가 변화하는 형상을 보였다. 시간에 따른 종형방향의 온도분포를 살펴보면 1m 이상 떨어진 경우 열의 전달이 거의 없는 것으로 가정

하여도 무방할 것으로 판단된다. 따라서 수치해석에 적용한 2가지 형태의 온도분포가 타당성을 가진 것으로 판단된다.

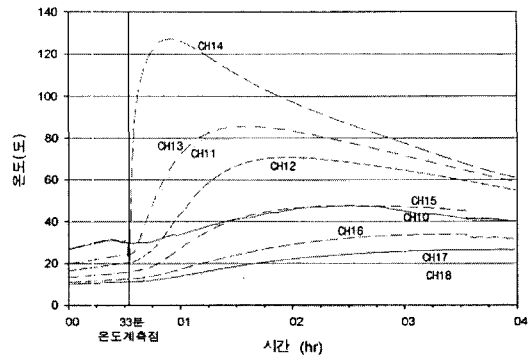
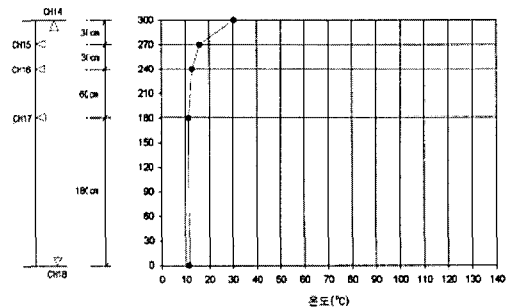
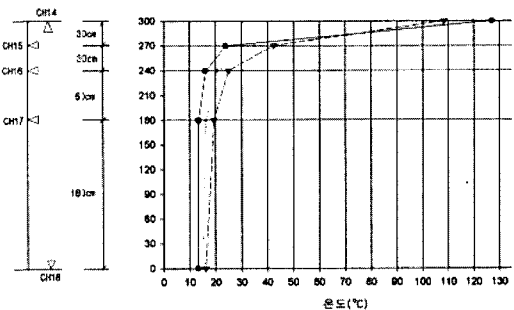


그림 16. 구스아스팔트 포설에 따른 시간 - 온도 변화곡선

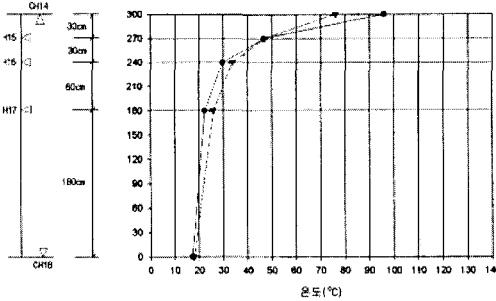
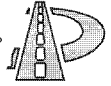


(a) 초기치

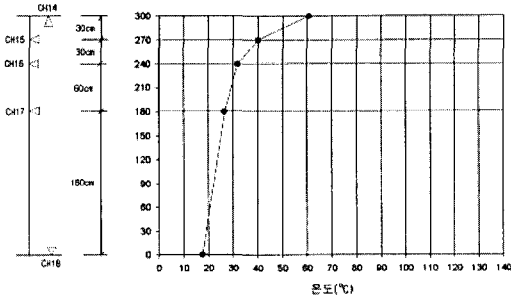


(b) 20, 40, 60분 경과시의 온도변화





(c) 90, 120, 150분 경과



(d) 20분 경과

그림 17. 구스아스팔트 포설에 따른 중형의 온도변화

#### 4.3.2 발생응력

구스아스팔트 포설시 시간에 따라 강상판에 발생하는 응력의 변화는 그림 18과 같다. 최대응력은 피니셔 통과후 약 20분에 강상판에서 계측되었으며, 온도차의 최대치와 응력의 최대치는 9분 정도의 시간차이를 두고 상판부에서 발생하였다. 이는 강재의 열전파 속도와 강상판 전체의 변위 거동과의 차이에 의해 발생하는 것으로 판단된다. 이러한 시간차의 정도는 아카시해협대교의 계측치와 거의 동일하다.

상판의 이면에 부착된 변형률 게이지는 교축방향의 변형률을 측정할 수 있도록 부착되었다(1축 측정). 최대 발생응력은 CH22번 게이지에서 압축 응력  $-2,230\text{kg/cm}^2$ 이 발생하였다. 수치해석결과

예측된 교축방향 최대압축응력  $-2,302\text{kg/cm}^2$ 에 상응하는 압축응력이 계측 게이지가 부착된 다이아프램 인접부에서 실제로 발생하였다. 그리고 분할포설에 의해 먼저 포설하는 레인의 구스아스팔트 시공폭의 영향으로 인접레인의 강상판에는 교축방향으로  $450\text{kg/cm}^2$  이상의 인장력이 발생하고 U-리브에는 교축방향으로  $800\text{kg/cm}^2$  정도의 압축응력이 발생하는 것으로 계측되었다.

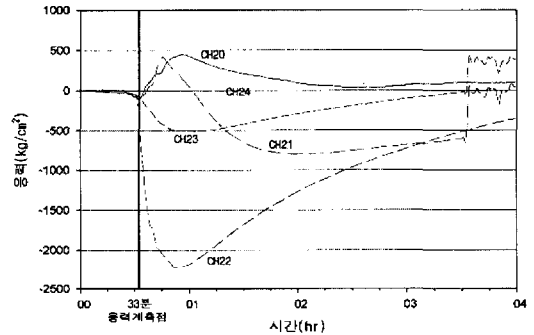


그림 18. 구스아스팔트 포설에 따른 시간 - 응력 변화곡선

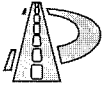
#### 4.3.3 잔류응력

표 2. 측정된 잔류응력(단, 탄성계수  $E=2.1 \times 10^6\text{kg/cm}^2$ )

항 목	CH20 (인접레인 상판)	CH21 (U-리브)	CH22 (포설부 상판)	CH23 (다이아 프램)
초기값( $\mu$ )	430	634	130	86
잔류값( $\mu$ )	318	422	50	28
잔류응력 ( $\text{kg/cm}^2$ )	-236	-446	-168	-122

계측결과 응력도에서 강상판에서는 교축방향으로 약  $236\text{kg/cm}^2$ 의 잔류응력이 계측되었고 최대 잔류응력은 강상판이 아니라 U-리브에서  $446\text{kg/cm}^2$ 이 발생하였다.

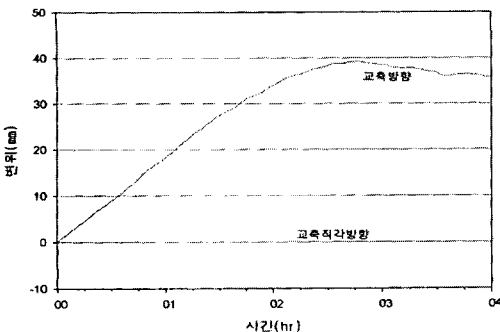
일반적으로 잔류응력에 대한 평가 시 허용응력의 수준에 대하여 명확히 제시된 값이 없으므로 강재의 제작시 용접에 의한 잔류응력도를 참고로



하면, 기존의 구스아스팔트 열영향 평가서들과  
와 같이 항복응력의 25%를 잔류 허용응력으로  
가정하는 경우 영종대교의 강상판 및 U-리브의  
강종이 SM490Y이므로  $900\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 평가할 수  
있다. 이 값을 기준으로 평가하면 계측된 잔류응  
력은 모두 용접에 의한 내부 잔류응력도의 가정  
치를 초과하지는 않는다(일본 호도우주식회사,  
1996). 또한 구조물의 전체거동과 국부거동의 동  
시조합에 의한 값이므로 그 자체에 여유가 크고  
그 발생빈도가 매우 낮으므로 구조물의 안전성에  
는 문제가 발생하지 않을 것으로 판단된다.

#### 4.3.4 발생변위

구스아스팔트 포설시 시간에 따라 강상판에 발  
생하는 변위의 변화는 그림 19와 같다. 상판부의  
모서리에서 계측된 교축 및 교축직각방향의 신축  
및 이동량은 교축방향의 경우 수치해석의 결과보  
다 2배 가까이 크게 발생하는 것으로 계측되었다.  
그러나 수치해석의 경우에 표1에 정리된 변위량  
은 각 해석경우의 최대 값이므로 계측값과의 직  
접비교는 어렵다. 여기서 고찰하여야 할 사항은  
계측결과 교축 직각방향으로의 변형량은 초기값  
으로 회복하지만 교축방향으로의 변위는 영구히  
남게된다는 사실이다. 따라서 교량의 연결부 설치  
시에 이를 고려하여 시공순서 및 시공방법을 결  
정해야 할 것으로 판단된다.



## 5. 결론

강상판 교량인 영종대교 상로도로의 구스아스  
팔트 포설에 따른 열영향 평가를 위하여 영종대  
교 현수교의 3차원 수치해석 모델링을 수행하고  
재하 온도하중 및 거동의 타당성을 검토하기 위  
하여 온도, 응력 및 변위계측을 실시하였다.

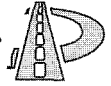
온도 계측의 결과 강상판 아래방향으로 위치한  
중형에서의 온도변화는 설정된 온도하중에 거의  
상응하는 변화를 보였다.

가정된 온도하중을 이용하여 수치해석을 결과,  
예상되는 응력에 거의 상응되는 실제 응력이 계  
측결과 발생하는 것으로 나타났다. 최대값 발생부  
위는 다이아프램 등의 중형이나 보강재 등에 의  
해 둘러쌓여 강상판이 열변형을 일으키기에 자유  
롭지 못한 부위에서 발생하였다.

발생변위는 수치해석의 경우보다 실제 계측에  
의한 값이 크게 나타났는데 본 연구에 있어서의  
수치해석모델이 경계조건 등에 있어서 실제 구조  
물을 정확히 표현하지 못하였거나 불확실한 조건  
에 의한 영향, 또한 계측 중에 한 낮의 햇빛에 의  
해 상부 강상판이 달구어져 발생하는 열변형의  
영향으로 실제변위가 수치해석 결과보다 다소 크  
게 나타난 것으로 판단된다. 따라서 포장 중에 발  
생하는 변위는 수치해석 보다 크게 발생할 수 있  
다는 사실에 주의하여야 하며 또한 영구변형의  
형태로 잔류하게 되는 변위에 대한 대응책이 수  
립되어야 할 것으로 판단된다.

본 논문의 내용에는 포함되어 있지 않지만 포  
설속도를  $0.6\text{m}/\text{min}$  이상으로 설정한 경우에는 발  
생 변위는 크게 증가하지만 발생응력은 크게 증  
가하지 않는 것으로 나타났다.

이것은 구스포설시 강상판의 온도변화의 정도  
(Type1에서  $100^\circ\text{C}$ )가 변하지 않는다면 포설속도  
를 빨리하여 온도하중의 영향면적을 넓게 하여도  
발생응력은 거의 영향을 받지 않는 것으로 판단



.....

된다. 즉, 시공시 현장상황에 따라 포설속도를 어느정도 임의로 조절하는 것이 허용될 수 있음을 의미한다. 그러나 시공시 강상판의 초기 온도, 바람의 정도, 시공폭의 분할방법 그리고 시공순서에 따라 실제 결과가 달라질 수 있으므로 충분한 검토가 있어야 한다.

## 6. 감사의 글

청운대학교 학술연구조성비에 의한 연구비에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

## 7. 참고문헌

- 1) 사카키테츠오, 1998, '영종대교 구스아스팔트 사용 검토보고서', 영종대교감리단.
- 2) 영종대교 감리단, 1998, '구스아스팔트 관련 자료집'.
- 3) 일본도로협회, 1998, '구스아스팔트'.
- 4) 일본호도우주식회사, 1996, '하쿠초대교 포장공사 시공계획서'.

(접수 : 2001. 10. 16)