
폴리머 콘크리트 오버레이의 수축응력에 관한 연구

A Study on the Shrinkage Stresses in Polymer Concrete Overlays



조영국*

Jo, Young-Kug



소양섭**

Soh, Yang-Seob

ABSTRACT

The shrinkage of polymer concrete overlays to cement concrete causes interface shear, normal and axial stresses in the overlays. These can lead to deterioration of the polymer concrete overlays due to affection of adhesion between polymer concrete and cement concrete. The shrinkage stresses in the polymer concrete cause it to shorten and the shorting is measured. With the modulus of elasticity of the polymer concrete and strain known the stresses can be calculated. The purpose of this study is to provide the basic data of application of polymer concrete overlays such as bridge decks, highway and airport pavement repair and overlay materials. From the test results, it has been found that, depending on the type of polymer, overlay thickness, time after curing and temperature, the shrinkage stresses are eliminated by relaxation in time ranging from a few hours to a few days.

Keywords : polymer concrete, overlays, shrinkage stresses, modulus of elasticity

* 정회원, 충남산업대학교 건축공학과 전임강사

** 정회원, 전북대학교 건축공학과 교수

• 본 논문에 대한 토의를 1997년 10월 30일까지 학회로 보내주시면 1997년 12월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

1. 서 론

오버레이 콘크리트로서 폴리머 콘크리트에 대한 관심은 폴리머 콘크리트가 보수재료로서 널리 사용되면서 부터이다. 기존의 시멘트 콘크리트의 마모, 높은 흡수율, 박리, 박락, 철근부식 등의 열화요인에 의한 내구성저하는 폴리머 콘크리트를 대체재료로 사용함으로써 개선시킬 수 있다.¹⁾²⁾ 미국 및 유럽에서는 교량, 고속도로 및 공항포장 보수등 폴리머 콘크리트의 높은 부착력 및 내구성, 빠른경화속도 등으로 오버레이 콘크리트로서 널리 사용되고 있는 실정에 있으나 우리나라에서는 아직까지 이에 대한 연구 및 관심의 부족과 경제성 때문에 사용되지 못하고 있는 실정이다. 특히 교량의 오버레이 콘크리트로서 폴리머 콘크리트의 사용은 기존 시멘트 콘크리트 및 아스팔트를 사용함에 따른 잦은 보수 및 교체보다 매우 내구적이고 열악한 환경조건에서도 유리하게 사용될 수 있으며 장기적으로 볼 때 더욱 경제적이라 할 수 있겠다.

한편, Zalatimo, J. A.³⁾는 폴리머 콘크리트를 오버레이 콘크리트로 사용할 경우 폴리머 콘크리트의 경화에 의한 수축으로 폴리머 콘크리트에 전단응력, 수직응력 및 축응력 등이 발생되어 이러한 응력이 폴리머 콘크리트와 시멘트 콘크리트와의 접착력에 영향을 미칠 수 있다는 것을 실험으로 확인하였으며, 본 연구에서는 이러한 응력작용에 영향을 미칠 수 있는 폴리머의 종류, 오버레이 콘크리트의 두께, 양생기간과 양생온도 등에 따른 영향을 평가하여, 폴리머 콘크리트를 오버레이 콘크리트로 사용할 경우 이에 대한 기초적 자료를 제공하고자 한다.

2. 사용재료

2.1 폴리머 콘크리트

(1) 불포화 폴리에스테르(UP) 콘크리트

수지로서는 오르토프탈산염계(Orthophthalate Type) 불포화 폴리에스테르 수지를, 수지의 희석재로서 공업용 스티렌 모노머(Styrene Monomer), 촉매로서 메틸에틸 케톤 퍼옥사이드(Methyl Ethyl Ketone Peroxide : MEKP), 촉진제로서 옥탄산 코발트(Cobalt Octoate, CoOc), 충전제

로서 중질탄산칼슘(Calcium Carbonate)을 사용하였다.

(2) 에폭시(EP) 콘크리트

오버레이 콘크리트용 특수 에폭시 수지와 변성지방족아민계의 경화제를 사용하였다.

(3) 폴리메타아크릴산 메칠(PMMA) 콘크리트

모노머로서 메타아크릴산 메칠(Methyl Methacrylate, MMA), 가교제로서는 트리메틸프로판 트리메타크릴레이트(Trimethylol Propane Trimethacrylate, TMPTMA), 촉진제로서 N-N-디메칠-p-톨루이딘(N-N-Dimethyl-p-Toluidine, DMT), 그리고 촉매로서는 과산화벤조일(Benzoyl Peroxide, BPO)을 사용하였다.

(4) 충전재 및 골재

충진재로서는 백색포틀랜드 시멘트(비표면적 : $3350\text{cm}^2/\text{g}$)을 사용하였으며, 골재로서는 미국산 화성암을 분쇄한 쇄석(5mm이하)과 미국 콜로라도 강모래(2.5mm 이하)를 사용하였다. 에폭시 콘크리트의 경우에는 프리믹스한 충전재와 모래를 사용하였다.

2.2 폴리머 시멘트 콘크리트

폴리머 디스퍼션으로서는 스티렌 부타디엔 고무(Styrene Butadien Rubber, SBR) 라텍스를, 골재로서는 미국산 화성암을 분쇄한 쇄석(5mm이하)과 콜로라도 강모래(2.5mm이하)를 사용하였다.

2.3 보통시멘트 콘크리트

시멘트로서는 미국산 보통포틀랜드 시멘트를, 골재로서는 미국 콜로라도 강자갈(5~20mm)과 강모래(5mm이하)를 사용하였다.

3. 실험방법

3.1 피착체 시멘트 콘크리트의 제작

시멘트 콘크리트는 Table 1의 배합비로 단위시멘트량 $390\text{kg}/\text{m}^3$, 세골재율 44%, 물시멘트비 35%, 슬럼프 16cm로서 설계압축강도 45MPa를 목표로 하였으며 $15\text{cm} \times 15\text{cm} \times 1\text{m}$ 의 크기로 제작하였다. 시공성을 고려하여 고유동화제를 사용하였으며 28일간 23.9°C (75°F), 50%R.H.의 조건에서 양생하

Table 1 Mix proportions of polymer concrete and polymer-modified concrete

1) Up concrete

Constituent	Percent by weight
Trap rock(6mm or finer)	39
Sand	39
White portland cement	11
Resin	11

2) PMMA concrete

Constituent	Percent by weight
Trap rock(6mm or finer)	35
Sand	45
White portland cement	10
Resin	10

3) EP concrete

Constituent	Percent by weight
Resin	21
Filler(Filler and Sand)	79
Trap rock(6mm or finer)	38

4) Latex-Modified concrete

Constituent	Percent by weight
Trap rock(6mm or finer)	29.7
Sand	41.6
Ordinary portland cement	17.2
Styrene-butadiene rubber latex	3.4
Water	5.1

5) Ordinary cement concrete

Constituent	Percent by weight
Trap rock(19mm or finer)	44.2
Sand	33.0
Ordinary portland cement	17.0
Water	5.9
Superplasticizer	0.09

였다. 양생후, 위에 타설되는 오버레이 콘크리트의 접착력을 증진시키기 위하여 공시체의 양단으로 부터 25cm를 콘크리트 연마기를 사용하여 굽은골재가 표면이 드러나도록 표면을 처리하였다. 또한 시멘트 콘크리트 위에 양단 25cm씩을 제외한 중앙부를 두꺼운 폴리 염화비닐리덴(Poly Vinylidene Chloride, PVDC) 필름으로 둘러싸았으며 그위에 이형제로서 그리이스를 도포하였다.

3.2 폴리머 콘크리트 및 폴리머 시멘트 콘크리트 오버레이 시험체 제작

ACI 548. 5R과 ACI 548.4의 기준에 따라서

Table 1에 나타난 배합으로 폴리머 콘크리트 및 폴리머 시멘트 콘크리트를 제작하여 오버레이 두께 6mm, 12mm 및 25.4mm로 피착체인 시멘트 콘크리트위에 타설후, 23.9℃(75° F, 실험실에 있어서 표준온도로서 적용) 50% R.H. 및 32.2℃(90° F, 기온에 대한 영향성을 고려한 온도로서 적용) 50% R.H.의 두 양생조건하에서 소정 기간동안 양생을 실시하였다.

3.3 폴리머 콘크리트 및 폴리머 시멘트 콘크리트의 기초적 성질

1) 작업가능시간 측정

오버레이 콘크리트로서 폴리머 콘크리트의 작업가능시간은 JIS A 1186(폴리에스테르 레진 콘크리트의 작업가능시간 측정방법, 촉감법)에 준하여 양생온도 23.9℃와 32.2℃에서 실시하였다. 본 실험에서는 23.9℃의 실온에서 작업가능한 시간을 40분~55분 사이가 되도록 조절하였다.

2) 경화시간 측정

먼저 작업가능시간 측정 결과로 부터 배합조건이 결정된 폴리머 콘크리트를 제작하여 6cm×6cm×18cm의 공시체에서 폴리머 콘크리트의 내부온도와 시간을 측정하여 타설후 최고발열온도까지의 시간을 경화시간으로 하여 측정하였다.

3) 강도 및 탄성계수 측정

크기 $\phi 7.5 \times 15\text{cm}$ 의 공시체에 대하여 ASTM C 597-91에 의해 압축강도시험을, 크기 6cm×6cm×18cm 공시체에 대하여 ASTM C 580-93에 준하여 휨강도시험을 실시하였으며, ASTM 469-94에 준하여 크기 $\phi 7.5 \times 15\text{cm}$ 의 폴리머 콘크리트 및 폴리머 시멘트 콘크리트의 탄성계수를 측정하였다.

3.4 수축변형량 및 응력측정

ACI 548.4 에 준하여 폴리머 콘크리트 및 폴리머 시멘트 콘크리트 오버레이의 경화수축을 Fig.1에 표시한 방법과 같이 피착체 위에 폴리머 콘크리트와 폴리머 시멘트 콘크리트를 타설한 직후, 25cm의 수축변형 측정용게이지를 시멘트 콘크리트와 구속되지 않은 오버레이 콘크리트 중앙부에 설치하여 경화에 의한 수축량을 양생온도 23.9℃와 32.2℃의 조건에서 측정하였다. 이때 수축량은 타설후 0, 2, 6, 24

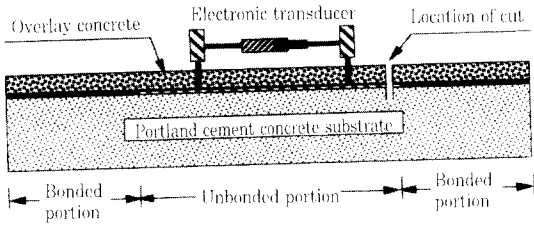


Fig. 1 Curing shrinkage test in overlays^{3, 4)}

및 72시간 후에 피착체인 시멘트 콘크리트와 오버레이 콘크리트와의 접착부분에서 중앙부쪽으로, 즉 접착되지 않은부분을 콘크리트 커터를 사용하여 절단함으로써 수축이 구속된 상태에서 자유롭게 되어 이때 발생된 수축량을 각 재령에 있어서의 잔류수축변형량으로서 측정하였다. 또한 이 잔류수축변형량을 폴리머의 종류, 양생시간 및 오버레이 두께의 영향에 대하여 평가함과 동시에 잔류수축변형량으로서 오버레이 콘크리트에 작용되는 수축응력을 간략하게 아래의 식에 의해서 구하였다. 이 시험은 측정된 수축응력으로 시멘트 콘크리트위에 폴리머 콘크리트 및 폴리머 시멘트 콘크리트를 타설했을 때의 접착면에 어느정도의 수축에 의한 응력이 발생하는지를 측정하기 위한 것이다.

$$\sigma = \epsilon \times E$$

여기에서 σ : 수축응력 (MPa)

ϵ : 수축변형 ($\times 10^{-4}$)

E : 탄성계수 ($\times 10^4$ MPa)

4. 실험결과 및 고찰

4.1 작업가능시간과 경화시간

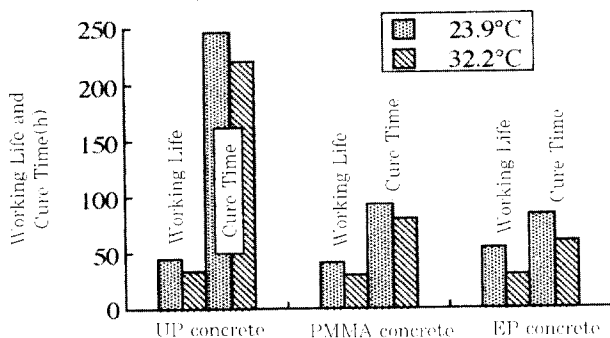


Fig. 2 Working life and cure time of polymer concrete

Fig.2는 폴리머 콘크리트의 작업가능시간과 경화시간을 나타낸 것이며, Fig.3은 경화시간과 발열온도와의 관계를 나타낸 것이다. 폴리머 콘크리트의 작업가능시간과 경화시간은 양생온도에 따라 크게 영향을 받고 폴리머 콘크리트의 작업가능시간은 각 작업조건에 따라 정할 수 있으며 보통 10분~60분 사이에서 사용되고 있다⁵⁾. 본 연구에서는 23.9°C일 때 폴리머 콘크리트의 작업가능시간이 40분~55분 정도였으며, 32.2°C일 때 30분~35분정도로 작업가능시간이 단축되었다. EP, UP, PMMA 콘크리트 순으로 경화시 수지의 화학적반응으로 인한 최대발열온도가 높았으며, 특히 UP콘크리트의 경우 작업가능시간은 다른 폴리머 콘크리트와 비슷하였으나, 경화시간은 약 3배정도 길게 나타났다.

4.2 압축강도, 휨강도 및 탄성계수

Fig.4에는 오버레이 폴리머 콘크리트 및 폴리머 시멘트 콘크리트의 압축강도, 휨강도 및 탄성계수의 결과를 나타낸 것이다. 폴리머 콘크리트의 강도 및 탄성계수는 양생온도의 영향을 크게 받으며, 열경화

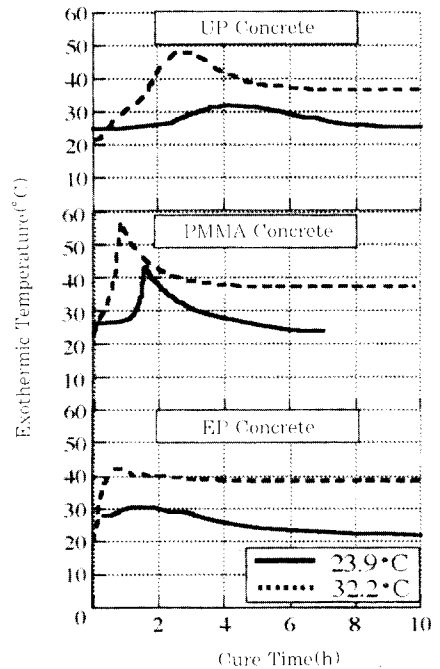


Fig. 3 Relationship between exothermic temperature and cure time of polymer concretes

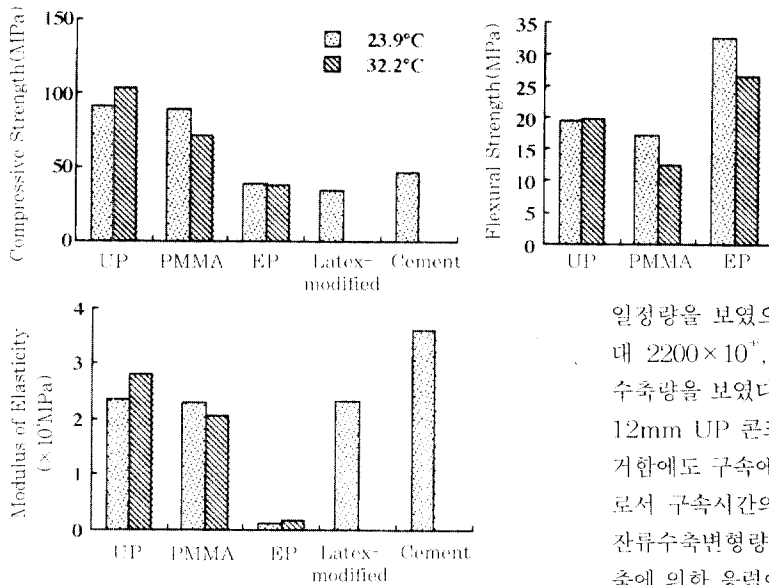


Fig. 4 Compressive, flexural strengths and modulus of elasticity of polymer concretes, latex-modified and cement concretes

성 수지인 UP, EP 콘크리트는 온도가 높은 조건에서 역학적성질이 약간 우수하게 나타났으나, 열가소성 수지인 PMMA 콘크리트는 오히려 높은 온도가 불리한 조건임을 알 수 있었다. 특히 본 연구에서 사용한 에폭시 수지는 압축강도 및 탄성계수가 아주 작게 나타났지만 휨강도 및 휨에 대한 변형이 아주 큰 재료로서 오버레이 콘크리트용으로 개발된 것이며 시멘트 콘크리트에 대한 집착력도 우수하였다.

피착체인 시멘트 콘크리트의 탄성계수는 폴리머 콘크리트 오버레이 보다 크게 나타났는데, 두 콘크리트의 탄성계수비가 클수록 폴리머 콘크리트 오버레이에 작용되는 각종응력이 크게 작용된다. 본 실험에서는 EP 콘크리트 경우가 가장 탄성계수비가 크나, EP 콘크리트의 우수한 변형능력과 집착성이 수축응력보다 월등히 크기 때문에 문제가 되지 않는 것으로 나타났다.

4.4 수축변형

4.4.1 UP 콘크리트 오버레이

Fig.5와 Fig.6에는 양생온도 23.9°C와 32.2°C일 때 시멘트 콘크리트 피착체에 양단이 구속된 UP 콘크리트 오버레이의 구속시간과 수축변형량과의 관

계를 나타낸 것이다. 온도 23.9°C이고 피착체와 구속되지 않은 상태에서 양생한 UP 콘크리트는 경화를 시작하여 양생시간 약 2시간반부터 수축을 시작하여 약 6시간까지는 커다란 수축변형량을 보이다 점점 그 정도가 작아져 24시간후에는 거의

일정량을 보였으며 오버레이 두께 6mm인 경우 최대 2200×10^{-6} , 12mm인 경우 2800×10^{-6} 정도의 수축량을 보였다. 또한 구속시간 72시간의 6mm 및 12mm UP 콘크리트 오버레이는 구속된 부분을 제거함에도 구속에 의한 잔류수축변형량이 50×10^{-6} 으로서 구속시간의 경과에 따라 오버레이 콘크리트의 잔류수축변형량은 점점 작아져 72시간이 지나면 수축에 의한 응력이 거의 제거됨을 알 수 있었다. 또한 양생온도 32.2°C의 UP 콘크리트 오버레이는 타설 후 약 1시간 부터 경화수축이 시작되어 약 4시간까지 큰 경화수축을 보였으며 양생시간 30시간에 있어서의 수축량은 오버레이 두께에 관계없이 약 4000×10^{-6} 로 23.3°C에 양생했을 때보다 약 1.8배의 큰 수축변형량을 보였다. 이것은 UP콘크리트가 열경화성 수지이기 때문에 온도에 의해 경화가 촉진되어 수축에 영향을 미쳤기 때문인 것으로 판단된다. 타설후 양생시간이 2시간 경과한 후 시멘트 콘크리트에 구속된 한쪽부분을 절단함으로써 UP 콘크리트 오버레이에 축적된 잔류 수축변형량이 급격히 증가하여 6mm두께의 UP 콘크리트 오버레이는 약 1600×10^{-6} , 12mm 두께는 약 2450×10^{-6} 정도로 두께가 두꺼울수록 수축변형량이 크게됨을 알 수 있었다. 여기에서 피착체의 양쪽에 구속된 경우 오버레이 두께에 관계없이 약 2시간 이후에 커다란 경화수축변형량으로 인해 오버레이 콘크리트에 균열이 일어나 그 이후의 수축변형량을 측정할 수 없었다 결과적으로 UP 콘크리트 오버레이의 경우 23.9°C의 온도에서 양생할 때 약 72시간후에 구속에 의한 잔류수축변형량이 거의 완전하게 제거됨을 알 수 있었으며, 같은 온도에서 오버레이 두께가 두꺼우면 수축변형량이 더 크게 발생됨을 알 수 있었다. 또한 UP 콘크리트 오버레이의 경화수축에는 온도의 영향이 있음을 알 수 있었다.

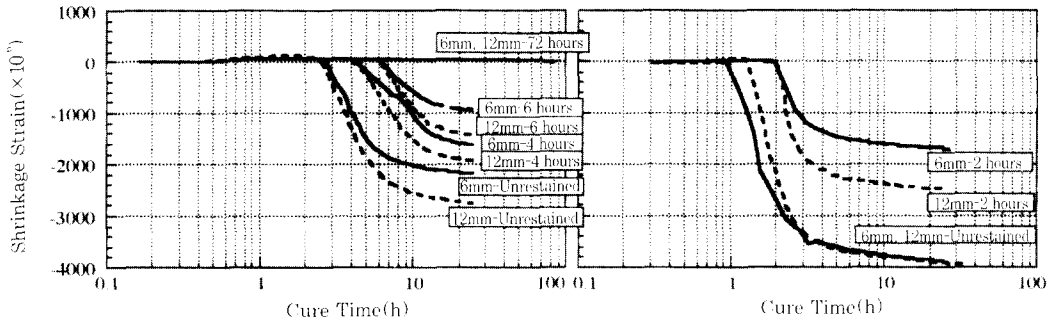


Fig. 5 Shrinkage strain for UP concretes having thickness of 6mm and 12mm and cured at 23.9°C

Fig. 6 Shrinkage strain for UP concretes having thickness of 6mm and 12mm and cured at 32.2°C

4.4.2 PMMA 콘크리트 오버레이

Fig.7과 Fig.8은 양생온도 23.9°C와 32.2°C일 때 시멘트 콘크리트 피착체에 양단이 구속된 PMMA 콘크리트 오버레이의 구속시간과 수축변형량과의 관계를 나타낸 것이다. PMMA 콘크리트 오버레이는 UP 콘크리트 오버레이와 상이한 결과를 보이고 있다. 양생온도 23.9°C의 경우, 구속하지 않은 6mm 두께의 오버레이 콘크리트는 양생시간 24시간까지 경화수축변형이 일어나지 않았으나, 12mm의 두께의 오버레이 콘크리트는 타설후 약 1시간반 사이에 급격히 온도의 상승과 함께 수축하여 약 3600×10^{-4} 정도의 수축량을 보였다. 또한 6mm의 경우 구속시간 6시간과 72시간에서 구속된 부분을 해제함에도 잔류수축변형량은 거의 나타나지 않았으나 오버레이 두께가 12mm인 경우에는 피착체와 구속됨에도 불구하고 피착체와 구속되지 않은 오

버레이 콘크리트와 유사한 수축변형을 보이고 있으며, 타설후 약 1시간반 부터 수축을 시작하여 타설 후 2-3시간 사이에 거의 수축량이 일정하게 되기 때문에 양생시간 6시간과 72시간에 오버레이 콘크리트의 구속된 부분을 해제하여도 아무런 잔류변형이 나타나지 않았다. 이로서 PMMA 콘크리트의 경우는 오버레이 두께가 12mm로 두꺼우면 수축변형이 크게 발생됨을 알 수 있었다.

PMMA 콘크리트의 경화수축량은 첨가제의 혼화로 어느정도 줄일 수 있으나 다른 폴리머 콘크리트에 비해 경화수축량이 큰 것이 일반적이다. 양생온도 32.2°C에서는 23.9°C에서와 상이한 결과를 보이고 있다. 콘크리트에 구속되지 않은 6mm의 PMMA 콘크리트는 경화시간 1시간이 경과한 후에 약간 팽창을 보였으나, 경화시간 10시간 후에는 수축현상을 보여 48시간에서는 약 480×10^{-4} 정도의

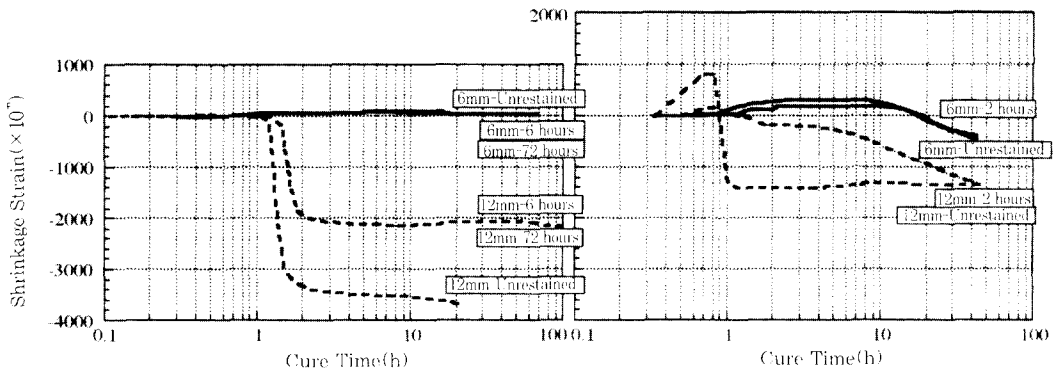


Fig. 7 Shrinkage strain for PMMA concretes having thickness of 6mm and 12mm and cured at 23.9°C

Fig. 8 Shrinkage strain for PMMA concretes having thickness of 6mm and 12mm and cured at 32.2°C

수축변형량을 보였다. 그러나 12mm의 경우에는 초기에는 열에 의해 큰 팽창을 보였으며 약 1시간후에는 다시 큰 경화수축을 보였다. 따라서 PMMA 콘크리트의 양생온도 23.9℃에서 오버레이 콘크리트는 두께가 6mm 정도로 하는 것이 유리하다는 것을 알 수 있었다.

한편, PMMA 콘크리트는 높은 온도일 때 구속된 오버레이 콘크리트의 수축량이 온도가 낮은 경우에 비해 작지 나타남을 알 수 있었다. 이는 PMMA가 열가소성 수지이며 열에 의한 팽창과 경화수축사이의 상쇄현상 때문이라 생각된다. 뿐만아니라 양생온도 32.2℃에서도 오버레이 두께가 6mm인 경우가 12mm에 비해 수축변형량이 작았다. 또한 구속을 해제함으로써 잔류변형량은 발견되어 않았다. PMMA 콘크리트는 경화수축이 다른 콘크리트에 비해 크기 때문에 다른 콘크리트보다 오버레이 콘크리트 두께를 작게할 필요가 있음을 확인하였다.

4.4.3 EP 콘크리트 오버레이

Fig.9와 Fig.10는 양생온도 23.9℃와 32.2℃에 있어서의 시멘트 콘크리트 피착체에 양단이 구속된 EP 콘크리트 오버레이의 구속시간과 수축변형량과의 관계를 나타낸 것이다. EP 콘크리트 오버레이에 사용한 에폭시 수지는 전술한 바와 같이 인성이 큰 재료로서 탄성계수가 아주 작아 피착체 시멘트 콘크리트와 탄성계수비가 크지만 변형능력과 접착성이 우수하여 피착체에 구속된 오버레이 콘크리트와 구속되지 않은 오버레이 콘크리트 모두 아주작은 경화수축을 보였다. EP콘크리트는 23.9℃에서 양생된

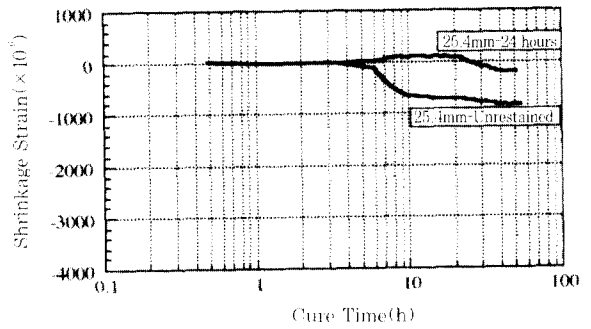


Fig. 11 Shrinkage strain for Latex-modified concretes having thickness of 6mm and 12mm and cured at 23.9℃

경우 오버레이 두께에 따른 수축량은 거의 같았으며, 32.2℃에서도 경화시간 2시간에 구속된 부분을 해제하여 잔류수축변형량을 측정할 결과 아주작아 오버레이 콘크리트로서 적합하며 수축변형에 대해서도 우수한 성질을 갖고 있음을 알 수 있었다.

4.4.4 폴리머 시멘트 콘크리트 오버레이

Fig.11은 오버레이 콘크리트로서 SBR 라텍스를 사용한 두께 25.4mm의 폴리머 시멘트 콘크리트의 수축변형을 측정할 결과를 나타내고 있다. 피착체에 구속되지 않은 폴리머 시멘트 콘크리트 오버레이의 경화수축은 약 4시간부터 증가하여 양생시간이 증가할수록 점점 커져서 약 10시간에서 약 850×10^{-4} 정도의 수축을 보이면서 거의 일정하였다. 반면 피착체에 구속된 폴리머 시멘트 콘크리트의 오버레이는 수화와 더불어 약 70×10^{-4} 정도의 미세한 팽창을 보였으나 양생시간 24시간에 구속된 부위를 해제시킴

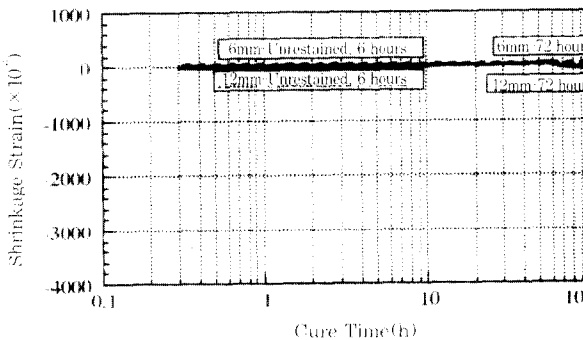


Fig. 9 Shrinkage strain for EP concretes having thickness of 6mm and 12mm and cured at 23.9℃

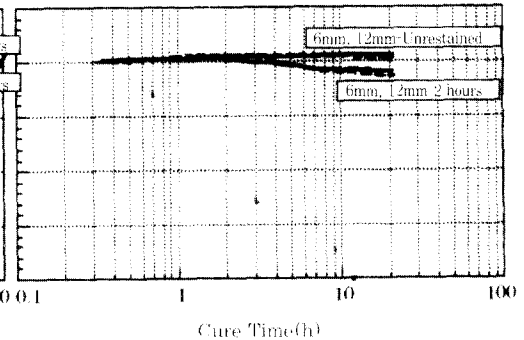


Fig. 10 Shrinkage strain for EP concretes having thickness of 6mm and 12mm and cured at 32.2℃

으로써 잔류수축변형량은 250×10^{-6} 정도로 아주 작은 값을 나타냈다.

이상의 결과로부터 보통 시멘트 콘크리트 위에 오버레이 콘크리트로서 폴리머 콘크리트 및 폴리머 시멘트 콘크리트를 타설 할 경우 경화수축은 폴리머 종류에 따라 차이가 있었으며, 양생온도와 오버레이 두께에 의해 잔류수축변형량은 큰 차이가 있음을 알 수 있었다.

4.5 수축응력

Fig.12부터 Fig.15는 시멘트 콘크리트 위에 타설한 폴리머 콘크리트와 폴리머 시멘트 콘크리트의 구

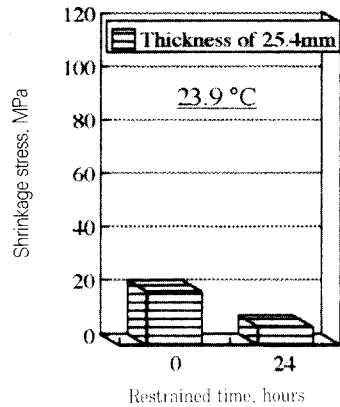


Fig. 15 Shrinkage-induced axial stress of latex-modified concrete overlays

속시간과 오버레이 콘크리트의 흡수축량 또는 잔류수축량에 의한 수축응력을 나타낸 것이다. UP콘크리트의 수축응력은 오버레이 두께 6mm의 경우가 두께 12mm 경우에 비해 양생온도에 관계없이 작게 나타났으며, 23.9°C에서 구속시간이 72시간이 되면 오버레이 콘크리트에 잔류하는 수축응력이 소멸되었음을 알 수 있었다. 또한 23.9°C에서 양생된 12mm 두께의 PMMA 콘크리트 오버레이의 수축응력은 32.2°C에서 양생된 것에 비해 매우 높았으며 오버레이 콘크리트의 잔류수축응력은 오버레이 두께 6mm인 경우가 12mm에 비해 아주작아 오버레이 콘크리트의 두께를 6mm로 하는 것이 유리하다는 결과를 얻었다.

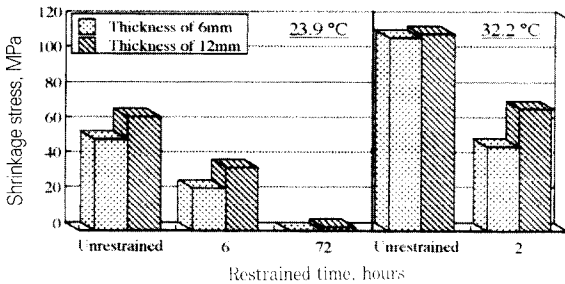


Fig. 12 Shrinkage-induced axial stress of UP concrete overlays

EP 콘크리트 오버레이의 수축응력은 다른 폴리머 콘크리트에 비해 매우 작으며 0.043MPa에서 0.49MPa 정도로 낮게 나타났다.

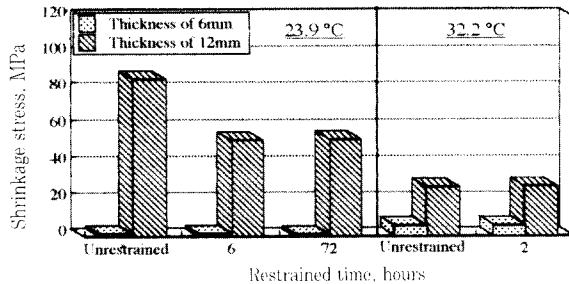


Fig. 13 Shrinkage-induced axial stress of PMMA concrete overlays

또한 폴리머 시멘트 콘크리트 오버레이의 24시간 후 잔류수축응력은 구속되지 않은 콘크리트 수축응력의 약 1/3정도이며, 이 값은 23.9°C에서 양생한 UP 콘크리트의 경우 72시간후 구속을 제거한 12mm 오버레이 콘크리트의 수축응력과 비슷한 결과이다.

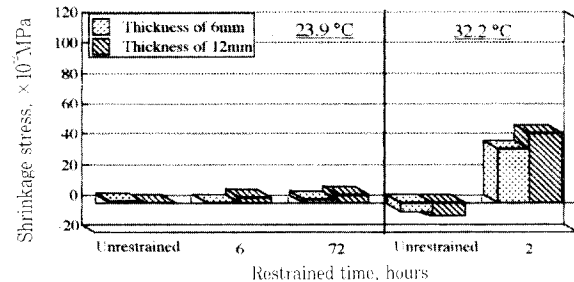


Fig. 14 Shrinkage-induced axial stress of EP concrete overlays

이상으로부터 피착체 시멘트 콘크리트 위에 오버레이 콘크리트로서 폴리머 콘크리트의 경화수축응력은 콘크리트의 종류 및 두께, 양생온도에 영향을 받을 수 있었다.

본 연구를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) EP, PMMA, UP콘크리트 오버레이 순으로 경화수축 변형량이 작게 나타났으며, 오버레이 두께가 각 콘크리트의 수축응력에 영향을 미치는데 12mm 두께에 비해 6mm로 하는 것이 유리한 것으로 나타났다.

(2) 오버레이 콘크리트의 수축응력은 양생온도의 영향을 크게 받음을 알 수 있었으며, 25.4mm 두께의 폴리머 시멘트 콘크리트도 폴리머 콘크리트와 마찬가지로 오버레이용으로 사용할 수 있는 결과를 얻었다.

(3) 폴리머 콘크리트 중에서는 EP 콘크리트 6mm를 오버레이 콘크리트로 하는 것이 가장 유리한 결과를 나타냈다.

(4) 본 연구결과를 현장에 적용시키기 위해서는 향후 열팽창에 의한 오버레이 콘크리트의 응력에 대한 연구 검토가 이루어져야 하겠다.

1. Sprinkel, M.M. "Polymer Concrete Bridge Overlays" ICPIIC Working Paper, International Congress on Polymers in Concrete, San Francisco, California, 1991, p.13.
2. Fowler, D. W. and James T. D., "Polymer Concrete for Overlays and Precast Components, Conference on Advance in Concrete Technology, Athens, Greece, 1992.
3. Zalatio, J. A., " Analysis, Design, Construction, and Durability of Polymer Concrete Overlays, Ph.D. Dissertation, The University of Texas at Austin, Austin, Texas.
4. Zalatio, J. A. and Fowler, D. W. "Design of Polymer Concrete Overlays", Proceedings of the First East Asia Symposium on Polymers in Concrete, Chuncheon, Korea, May, 1994, pp.211-222.
5. Guide for Polymer Concrete Overlays, and Standard Specification for Latex-Modified Concrete(LMC) Overlays, ACI Manual of Concrete Practice, Part 5, Reported by ACI Committee 548.

요 약

폴리머 콘크리트를 오버레이 콘크리트로서 기존 시멘트 콘크리트 위에 타설할 경우 폴리머 콘크리트의 경화수축으로 말미암아 전단응력, 수직응력 및 축응력이 발생되며 이러한 응력은 폴리머 콘크리트와 기존 시멘트 콘크리트 사이의 접착성능에 영향을 미쳐 결국 역학적 성질 및 내구성이 저하될 수 있다. 오버레이 콘크리트의 수축응력은 본 실험에서 실시한 구속된 오버레이 콘크리트의 구속해제에 의한 수축변형량과 탄성계수로 구할 수 있다. 본 연구에서는 폴리머 종류, 오버레이 콘크리트 두께, 양생시간과 온도에 따른 폴리머 콘크리트 및 폴리머 시멘트 콘크리트의 수축에 의한 축응력을 측정하여 폴리머 콘크리트를 각종 교량 등의 오버레이 콘크리트로 사용함에 있어서 기초적 자료를 제공하고자 하였다. 연구결과, 폴리머 콘크리트의 경화수축응력은 폴리머의 종류, 양생온도, 재령 및 두께에 의해 영향을 크게 받는 것으로 나타났다.

(접수일자 : 1997. 4. 30)