

콘크리트 덧씌우기 공법

김진춘* · 권순민**

1. 머리말

국내 고속도로 콘크리트포장은 1983년 2차선 182.9km의 88고속도로 개통을 시작으로 1987년 개통된 중부고속도로(4차선 145.3km)를 통해 본격화되었다. 그 후에도 고속도로는 대부분 콘크리트로 건설되어 콘크리트포장 연장은 앞으로도 계속 증가할 것으로 판단된다. 콘크리트포장의 이러한 증가추세는 2020년까지 계획된 5505km의 고속도로 건설의 대부분이 콘크리트로 건설될 계획임을 감안할 때 더욱 빠른 속도로 증가할 것으로 보인다.

이러한 추세는 콘크리트포장의 증가와 더불어 콘크리트포장의 노후화도 진행되어 매년 전단면 보수나 줄눈 및 균열 보수 등 유지관리 차원에서 보수가 이루어지고 있다. 장래에 88고속도로를 비롯한 중부고속도로 등 국내 콘크리트포장 도로에 대한 본격적인 보강 대책이 필요한 시기에 우리나라도 전단면 보수나 아스팔트 덧씌우기 등 일시적인 대책보다는 콘크리트 덧씌우기 등을 통한 근본적인 보강 대책이 강구되어야 하겠다.

본 논문에서는 다양한 콘크리트 덧씌우기에 대한 고찰 및 공법소개, 그리고 콘크리트 덧씌우기 공법이 적용된 현장에 대한 소개를 통한 시공상의 특성 등을 살펴보기로 하겠다.

2. 콘크리트 덧씌우기의 종류

콘크리트 덧씌우기는 노후된 콘크리트 포장의 구조적·기능적 보강을 위하여 사용하기 시작하였다. 이러한 콘크리트 덧씌우기는 주로 경험에 의해 발전되어왔으며 현재에 와서는 다양한 조건하에서 여러 형태의 덧씌우기 공법이 시행되어지고 있다.

콘크리트 덧씌우기의 종류는 사용되는 콘크리트의 종류에 의한 분류와 기존 노후포장과 덧씌우기 사이의 경계면(interface) 처리방식에 의한 분류로 크게 나눌 수 있다. 콘크리트 종류에 따라 분류하면 일반적인 콘크리트 포장의 종류와 마찬가지로 무근콘크리트 덧씌우기, 철근보강 콘크리트 덧씌우기, 연속철근 콘크리트 덧씌우기, 섬유보강 콘크리트 덧씌우기 등으로 분류되어진다. 경계면의 처리방식에 따라 분류하면 접착식 콘크리트 덧씌우기(BCO : Bonded Concrete Overlay), 비접착식 콘크리트 덧씌우기(UBCO : Unbonded Concrete Overlay), 부분접착식 콘크리트 덧씌우기(Partially Bonded Concrete Overlay), 화이트 탑핑(White Topping) 등으로 분류된다.

* 정희원 · (주)한국지오택 대표이사

** 정희원 · 한국도로공사 도로연구소 연구원

2.1 사용되는 콘크리트 종류에 의한 분류

2.1.1 무근콘크리트 덧씌우기

무근콘크리트 덧씌우기는 가장 많이 사용되고 있는 콘크리트 덧씌우기로서, 이것은 대부분의 기존포장이 무근콘크리트포장인 것에서 그 이유를 찾을 수 있다.

무근콘크리트 덧씌우기는 접착식, 비접착식, 부분접착식 모두 사용이 가능하다. 이중 접착식과 부분접착식은 기존포장의 상태가 비교적 양호한 경우에 사용하는 것이 일반적이다. 기존포장상태가 나쁜 경우에는 비접착식 덧씌우기를 많이 사용하는데 이것은 비접착식 덧씌우기의 분리층을 이용하여 기존포장의 결함으로부터 발생하는 반사균열을 막을 수 있기 때문이다. 비접착식의 경우 덧씌우기는 기존콘크리트의 영향을 받지 않으므로 신·구콘크리트간 줄눈의 위치를 일치시킬 필요가 없다.

2.1.2 철근보강 콘크리트 덧씌우기

철근보강 콘크리트 덧씌우기는 일반적인 철근보강 콘크리트 포장처럼 건조수축에 의한 균열을 통제하고 긴 슬래브에서의 비틀림응력과 휨응력을 수용할 수 있도록 하기 위하여 철근을 보강한 공법이다. 철근보강 콘크리트 덧씌우기를 접착식 공법으로 사용할 경우 줄눈은 기존포장의 줄눈과 일치시키는 것이 필요하다. 그렇지 않을 경우 균열이 무작위로 발생할 위험이 있다.

철근보강 콘크리트 덧씌우기는 사용빈도가 많지 않다.

2.1.3. 연속철근 콘크리트 덧씌우기

연속철근 콘크리트 덧씌우기는 일반 CRCP와 시공상 큰 차이는 없다. 철근량은 약 0.6%로서 일반 CRCP와 비슷하며 접착식 덧씌우기의 경우 종방향 철근의 위치는 표면처리된 기존포장 바로

위나 덧씌우기 두께의 중간에 위치시킨다.

비접착식의 경우 기존포장 유형에 관계없이 사용될 수도 있으며 특히 기존포장과 줄눈의 위치를 일치시키기 곤란한 경우에 많이 사용된다.

2.1.4 섬유보강 콘크리트 덧씌우기

섬유보강 콘크리트는 휨강도, 인장강도, 충격강도를 높여 주고 건조수축을 줄여 준다. 측면에서 장점을 가진 재료이다. 사용되는 섬유는 대부분 철근섬유나 유리 또는 polypropylene 섬유들로서 외국의 경우 성공적으로 적용된 사례가 있다.

섬유보강식의 경우 재료에 따른 시공비 상승요인은 두께를 줄임으로써 상쇄시킬 수 있다. 적용공법은 접착식, 비접착식, 또는 부분접착식 중 어느 형태로도 가능하다.

대부분의 도로용 섬유보강 콘크리트는 두께가 얇은 접착식이 많이 사용되었고 두께가 두꺼운 공항포장의 경우 비접착식의 용도가 많다.

2.2 경계면의 처리방식에 의한 분류

콘크리트 덧씌우기 공법에서 경계면(Interface)은 덧씌우기층의 거동에 직접적인 영향을 주며 그 개념은 크게 세가지로 구분된다. 첫째는 기존포장층과 덧씌우기층을 완전히 접착시켜 단일체(monolith)로 만듦으로서 하나의 슬래브로 간주하는 것으로 BCO공법이 이러한 개념에 의한 공법이다. 둘째로 기존 포장층과 덧씌우기층을 완전히 분리시킴으로서 덧씌우기층을 하나의 독립적인 슬래브로 거동시키는 개념으로 UBCO공법이 이러한 개념에 의한 덧씌우기 공법에 속한다. 마지막으로 신·구콘크리트층의 경계면에 특별한 처리 없이 그대로 덧씌우기하는 것을 부분접착식 콘크리트 덧씌우기라 한다.

2.2.1 접착식 콘크리트 덧씌우기 (BCO)

BCO 공법은 일반적으로 포장체의 두 층이 단

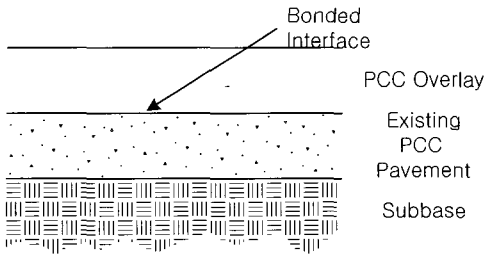


그림 1. 접착식 콘크리트 덧씌우기

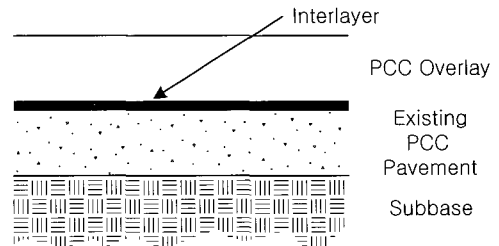


그림 2. 비접착식 콘크리트 덧씌우기

일화된 거동을 할 때 구조적으로 안정적이라는 인식에서 발전된 것으로 덧씌우기 포장층을 기존 포장층에 완전히 접착시키는 공법이다.

BCO 공법은 그림 1과 같은 단면 구조 형태로 구성되어 있다. 시공 방법은 먼저 노후화된 콘크리트 표면을 약간 깎아내고, 경계면에 시멘트 그라우트 등의 접착제를 살포한 후 비교적 얇은 (5~15cm) 콘크리트로 덧씌우기 하여 기존 콘크리트 슬래브와 일치가 되도록 한다.

BCO에서는 기존 포장과 덧씌우기 포장의 완전한 접착이 가장 중요한 사안이며 이를 위해서 기존 포장층에 어느 정도의 거칠음이 필요하고 덧씌우기 포장의 줄눈 위치를 기존 포장과 일치시켜야 한다. 일반적으로 덧씌우기층의 두께는 얇은 편이므로 덧씌우기 두께에 제한이 있는 경우에 주로 사용하며 기존 포장의 파손 상태가 그리 심하지 않은 경우에 적합한 공법이다.

2.2.2 비접착식 콘크리트 덧씌우기 (UBCO)

UBCO 공법은 덧씌우기 포장층을 기존포장으로부터 완전히 분리시킴으로서 기존포장 결합부가 덧씌우기층의 거동에 영향을 주지 않도록 하는 공법이다.

UBCO 공법은 그림 2와 같은 단면 구조 형태로 구성되어 있으며, 시공 방법은 기존의 노후화된 콘크리트 슬래브에 분리층을 아스팔트 콘크리트 등으로 약 2~3cm 정도 설치하고 그 위에 두

꺼운 콘크리트로 덧씌우기 하는 방법이다.

UBCO는 기존 슬래브에 있던 결함이 덧씌우기층에 영향을 주는 것을 분리층으로 완전히 차단함으로써 반사 균열을 억제시킴과 동시에 두 포장체의 거동을 완전 분리시킨다. 따라서, 덧씌우기층의 줄눈을 기존 포장의 줄눈과 일치시킬 필요는 없다. 일반적으로 기존 포장의 파손 상태가 심하여 BCO로 하기에는 부적절한 경우에 사용하는 공법으로 두께가 BCO에 비하여 두꺼운 것이 일반적이다.

2.2.3 부분접착식 콘크리트 덧씌우기

부분접착식 콘크리트 덧씌우기에서는 기존 포장 위에 아무런 표면처리 없이 그대로 덧씌우기 하는 공법으로 시공이 간편한 이점이 있으나 접착된 부분에서 기존 포장의 결함이 덧씌우기로 그대로 전달되는 경우가 많고, 접착이 안된 부분에서는 덧씌우기 두께가 얇은 경우 조기에 결함이 발생할 수 있는 단점이 있다. 일반적으로 공항에서와 같이 포장두께가 상당히 두껍고 기존 포장과 덧씌우기 포장의 접착이 그리 중요한 사안이 아닐 경우에 사용되는 공법이다.

2.2.4 화이트 탑핑(White Topping)

기존의 포장이 아스팔트 콘크리트인 경우 콘크리트 덧씌우기를 적용한 공법이 화이트 탑핑이다.

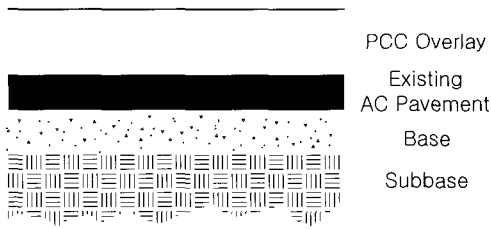


그림 3. 화이트탑핑

이 경우 기존의 아스팔트 표층을 덧씌우기한 후 포장체에서 기층으로 고려하게 하는 개념이다.

아스팔트 포장의 경우 소성변형이나 망상균열 등에 의해 파손된 경우 덧씌우기를 고려하는 것이 아스팔트 덧씌우기가 일반적이나 콘크리트로 덧씌우기를 적용함으로써 소성변형에 대한 근본적인 원인을 제거할 수 있는 장점이 있다.

3. 콘크리트 덧씌우기의 적용사례

콘크리트 덧씌우기 포장의 경우 아직 국내에서 적용된 사례는 그리 많지 않다. 다음은 1996년 10월에 한국도로공사에서 시행한 콘크리트 덧씌우기 시험시공에 대한 사례이다.

3.1 시험시공 개요

콘크리트 덧씌우기 시험시공은 접착식 콘크리

트 덧씌우기와 비접착식 콘크리트 덧씌우기 구간으로 나누어 시공되었다. 시험시공 위치는 88고속도로 105k지점 광주방향으로 약 290m에 대하여 시공하였다. 두께는 그림 4에서 보는 바와 같이 6cm, 10cm 접착식 덧씌우기와 25cm 비접착식 덧씌우기를 적용하였다. 재료는 조기 교통개방을 위하여 조강슬래그시멘트를 이용하였으며 골재치수는 19mm와 25mm를 사용하였다. 그림 5는 시험시공 직후의 전경을 보여주고 있다.

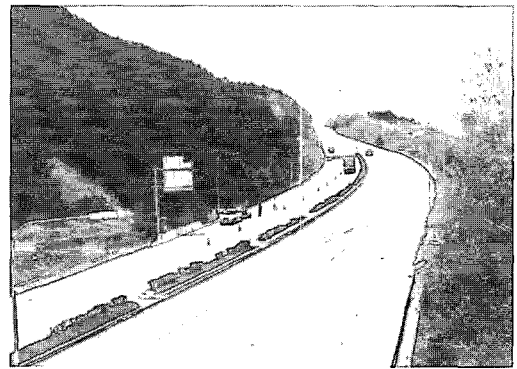


그림 5. 시험시공구간 전경

3.2 덧씌우기 시공 과정

비접착식 콘크리트 덧씌우기의 경우 신·구 콘크리트 층의 거동분리를 위한 분리층 설치과정을

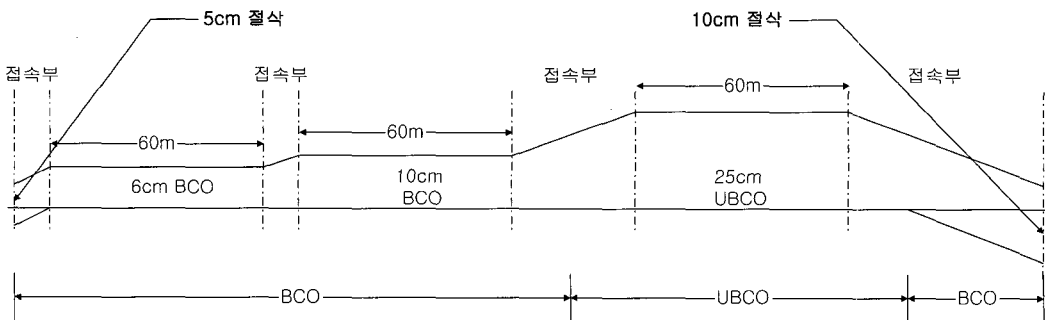


그림 4. 시험시공 개요도

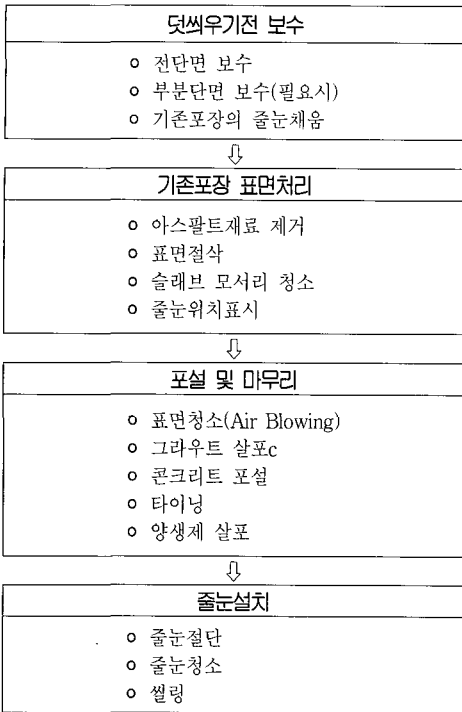


그림 6. BCO 시공과정

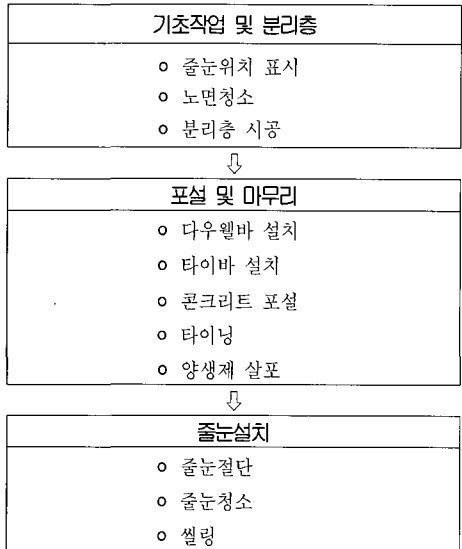


그림 7. UBCO 시공과정

제외하면 일반적인 콘크리트포장 시공 과정과 유

사한 공정을 거친다. 반면 접착식 콘크리트 덧씌우기는 기존 포장층과의 접착력 확보를 위하여 기존포장에 대한 덧씌우기전 보수 및 표면처리 등의 과정이 필요하며, 줄눈을 기존의 줄눈과 일치하게 절단하여야 하는 세심한 주의가 필요하다. 다음의 그림 6, 7은 덧씌우기 과정을 개략적으로 도시한 예이다.

3.3 시험시공 적용 결과

3.3.1 접착식 콘크리트 덧씌우기의 접착상태

기존 포장체와 접착식 덧씌우기 포장체 간의 접착력상실(delamination)은 BCO에서 가장 중요하게 다루어져야할 사안이다. 접착력 상실은 주로 기존 포장의 줄눈부나 균열부에서 발생하며 접착력이 상실될 경우 콘크리트의 유효두께가 기존 포장체의 두께를 포함하지 못하여 덧씌우기 두께만으로 줄어들게 되고, 또한 온·습도 차이에 의한 외핑(warping)현상이 발생할 우려가 있어 교통하중에 의해 새로운 균열이 발생할 가능성이 커진다. 특히 CRCP의 경우에는 균열이 심할 경우 편치아웃으로 진전될 위험의 소지도 있다.

본 시공구간의 경우 강봉을 이용한 Sound test를 시행한 결과 시공 1년 경과후 기존 포장의 전단면 보수부에서 약간의 접착력 상실이 보였으나 전반적으로 양호한 상태를 보여주었으며, 이후 공용기간이 지남에 따라 균열의 진전이 우려되는 균열부 한 곳에 대하여 전단면 보수를 시행하였다. 그 외의 구간에 대한 접착상태는 5년이 경과한 현 시점까지도 양호한 상태를 보여주고 있다.

3.3.2 FWD를 이용한 상태 분석

FWD 시험결과에 따른 덧씌우기 전후의 최대 처짐량을 비교해 보면 표 1에서 나타내는 바와 같이 덧씌우기 공법에 따라 약간의 차이는 있었지만 전반적으로 40~60% 가량 감소한 것으로

불수 있다. 또한 당연한 결과라 할 수 있겠지만, BCO보다는 UBCO에서, 6cm BCO보다는 10cm BCO에서 그 감소폭이 더 커진 현상은 덧씌우기 두께가 두꺼울수록 구조적 지지력 회복의 정도가 커짐을 뒷받침하는 결과라 하겠다.

표 1. 덧씌우기 전후의 처짐량 변화(micron)

구 분	BCO (6cm)	BCO (10cm)	UBCO (25cm)
덧씌우기전('96.7)	149.1	149.0	126.1
덧씌우기후	'96.11	83.1	79.8
	'97.4	88.2	80.7
	'97.7	89.7	76.3
	'97.10	83.1	72.5
처짐량 감소율(%)	40~44	46~51	49~60

줄눈부에서의 FWD 시험결과에 따른 하중전달 효과를 살펴보면 공법에 따라 현저한 차이를 나타낼 수 있다. UBCO의 경우 덧씌우기 포장체가 기존 포장체와 완전 분리되어 온도에 따른 줄눈틈의 변화에도 하중전달 효과가 그리 민감하지 않게 변하며 신설포장과 유사한 높은 효율을 나타낸 반면, BCO의 경우에는 기존 포장체와 일체거동을 함으로서 특히 높은 온도에서 줄눈틈이 벌어진 경우 기존의 노후 포장체의 하중전달 효율이 많이 반영됨을 알 수 있다.

3.4 접착식 콘크리트 덧씌우기의 시공특성

접착식 콘크리트 덧씌우기 공법에서는 덧씌우기 포장체의 기존포장체와의 일체거동을 위한 접착력 확보를 위해 다음과 같은 시공상의 특성을 가진다.

3.4.1 노후 콘크리트표면 절삭장비

접착식 콘크리트 덧씌우기에서는 노후된 기존 포장표면을 지정된 깊이까지 절삭이 가능하여야

하며, 상온절삭기(cold milling equipment) 또는 슛블라스팅(shot blasting) 장비가 사용된다.

3.4.2. 2차 청소장비

2차 청소장비는 상온절삭기를 사용한 경우에 필요한 장비로서 상온절삭으로 느슨해진 콘크리트를 깨끗이 제거하는데 사용하는 것으로 샌드블라스팅(Sand blasting) 장비나 연마제가 수반된 고압수 장비가 사용되며 표면에 오염된 모든 미세물질을 제거할 수 있어야 한다.

3.4.3 시공전 기존 포장 보수

기존 포장의 보수는 덧씌우기 시공 후 예상되는 콘크리트 포장의 추가적인 파손의 진전을 방지하기 위하여 기존 포장의 파손된 부분을 미리 보수하여야 한다. 스펀링 및 D형 균열 등에 의한 줄눈부 파손, 구조적 안정성에 문제가 되는 슬래브의 파손, 침하나 공동 등 포장 하부층에 의한 불안정한 슬래브 등에 대하여 보수한다.

3.4.4. 기존 포장의 표면 처리

덧씌우기의 표면처리는 덧씌우기할 모든 표면을 대상으로 한다. 기존 포장면의 덧씌우기 슬래브와의 일체거동에 지장이 있는 재료(아스팔트계, 수지계, 기타)로 보수된 부분은 모두 제거하여야 하며, 절삭깊이는 상온절삭기의 경우 일반적으로 6~7mm, 슛블라스팅의 경우 약 3mm 정도 제거한다. 절삭 후 표면에 노출된 철근이 있을 경우에는 이를 반드시 제거하며, 특히 슬래브의 모서리는 접착력을 확보하기 위하여 샌드블라스팅 등으로 청소한다.

3.4.5 줄눈부 처리

접착식 콘크리트 덧씌우기의 줄눈설치는 기존 포장의 줄눈부와 위치를 일치시켜 절단하여야 한다. 그 외에도 기존 포장의 전단면 보수부위의 줄

눈부 및 기존의 유지보수 활동에 의해 생성된 줄눈 등의 위치에 덧씌우기 포장체를 직접 절단하여야 한다. 줄눈깊이에 대한 기준은 다음과 같다.

- 덧씌우기 두께가 10cm 이하인 경우에는 덧씌우기 두께에 1.3cm 정도를 더한 깊이로 절단한다.
- 덧씌우기 두께가 10cm 이상인 경우에는 덧씌우기 두께의 1/3이상 깊이로 절단한다.
- 기존 포장체의 팽창줄눈과 가로수축줄눈의 경우에는 덧씌우기 직후 또는 줄눈절단 이전에 덧씌우기 두께 전체에 대하여 두 번 절단하여 두 줄눈 사이의 얇은 콘크리트(slice)를 제거한 후 주입줄눈재로 채운다.
- 세로줄눈의 절단깊이는 덧씌우기 두께의 1/2을 절단하며, 기존 포장의 줄눈과 일치하도록 절단한다.

3.5 비접착식 콘크리트 덧씌우기의 시공특성

비접착식 콘크리트 덧씌우기의 경우 덧씌우기 포장체가 기존포장의 거동으로부터 완전히 분리되기 위하여 다음과 같은 시공상의 특성을 가진다.

3.5.1 분리층 포설장비

비접착식 콘크리트 덧씌우기 시공에서는 분리층 포설을 위한 장비가 추가로 필요하다.

3.5.2. 시공전 기존 포장 보수

비접착식 콘크리트 덧씌우기의 경우에서도 분리층 시공후에도 추가적인 파손의 진전이 예상될 경우 이를 방지하기 위하여 기존 포장의 파손된 부분을 미리 보수하여야 하며 그 대상은 접착식 콘크리트 덧씌우기의 경우와 동일하다.

3.5.3 분리층 시공

분리층의 시공은 기존 포장체의 파손이 덧씌우

기 후의 포장에 영향을 미치지 못하도록 기존 포장체 위에 시공하여야 하며, 분리층의 시공전에는 기존 포장면을 깨끗이 청소하여야 한다. 분리층의 재료 및 두께는 기존 포장층의 단차를 고려하여 다음과 같이 결정한다.

- 줄눈부와 균열부에서 단차가 6mm 이상이고 스플링이 뚜렷하며 슬래브가 많이 파손되었다면 아스팔트 분리층은 최소 25mm 이상 시공한다.
- 단차와 파손이 심하지 않으면 분리층은 최소 13mm 이상의 아스팔트 콘크리트 또는 3mm 두께의 슬러리 셀을 시공한다.
- 줄눈부 및 균열부에 단차가 미세하거나 없는 경우에는 3mm 두께의 슬러리 셀을 시공한다.

3.5.4 줄눈부 설치

비접착식 콘크리트 덧씌우기의 경우에는 분리층이 기존 포장체와의 거동을 분리시키므로 가로 줄눈의 위치를 일치시키는 것을 권장하지 않는다. 오히려 덧씌우기 포장의 줄눈 위치를 기존 포장의 줄눈 위치 및 활동성 균열로부터 가능한 한 1m 이상 이격시켜 설치한다.

4. 결론

- (1) 콘크리트 덧씌우기는 신·구 콘크리트의 접착방식에 따라 접착식(BCO)과 비접착식(UBCO)으로 나눌 수 있다. BCO는 노후된 기존 슬래브의 표면을 3~7mm 정도 깎아내고 비교적 얇게(5~15cm) 덧씌우기 하여 신·구 콘크리트를 일체로 거동하게 하는 공법이며, UBCO는 기존 슬래브 위에 얇은 분리층을 시공하고 그 위에 비교적 두껍게(일반적으로 13cm 이상) 덧씌우기 하여 신·구 콘크리트가 독립적으로 거동하게 하는 공법

- 이다. 이러한 콘크리트 덧씌우기 공법을 통하여 노후된 콘크리트 포장에 대한 근본적인 보강방안을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.
- (2) BCO는 신·구 콘크리트가 일체로 거동하므로 반사균열로 인한 문제를 방지하기 위해 기존 슬래브의 상태가 비교적 양호한 경우에 사용하는 것이 일반적인 반면, UBCO는 덧씌우기 포장체가 기존 슬래브의 거동에 영향을 받지 않으므로 기존 슬래브 파손정도가 심한 경우에도 사용할 수 있다.
- (3) BCO는 UBCO에 비해 덧씌우기 두께가 얇으므로 입체교차지역과 같이 높이제한(clearance)이 문제가 되는 지역이나 교면포장과 같이 사하중을 줄여야 하는 구간에 적합한 공법일 수 있다.
- (4) 국내 적용된 콘크리트 덧씌우기 시험시공 결과로 국내의 장비 및 시공기술로 콘크리트 덧씌우기 시공이 가능함을 확인하였다. UBCO의 경우 시공방법이 신설포장과 크게 다르지 않으므로 쉽게 사용될 수 있으며, BCO의 경우도 노후 슬래브의 표면처리 및 전단면 보수 부분의 줄눈부 처리를 주의 깊게 한다면 우수한 공용성을 보여줄 것으로 기대한다.
- (5) 콘크리트 덧씌우기는 이미 여러 외국에서 검증되어 성공적으로 사용해 오고 있는 공법으로 국내 적용사례를 통한 시험시공도 매우 고무적인 결과를 보여주었다. 그러나 본 공법이 국내에 완전하게 정착되기 위해서는 포장상태, 사용재료, 시공장비, 시공계절 등이 다양한 조건에서의 추가인 연구가 수반되어야 할 것으로 사료된다.

관련기관 비회원 학회지 발송 중단 안내

우리 학회는 그동안 통권 7호까지 발간하면서 관련기관에 무료로 배포하였습니다. 통권 8호부터는 회원에 한하여만 발송코자 하오니, 이점 양지하시고 회원에 가입해 주시기를 간곡히 부탁드립니다.

- 사업담당 이사 올림 -