

Wood Chip을 사용한 자원순환형 보도 포장체의 물성에 관한 연구

Physical Properties of Recycled Sidewalk Pavement Using Wood Chip

(2010년 5월 26일 원고접수, 2010년 6월 11일 심사완료/ Received May 26, Accepted June 11, 2010)

유혁진¹⁾* 최재진¹⁾

¹⁾공주대학교 건설환경공학부

Hyeok-Jin Yu¹⁾, Jae-Jin Choi¹⁾

¹⁾Dept. of Civil & Environmental Engineering, Kongju National University, Cheonan 330-717, Korea

Abstract

The purpose of this study is to find problems about pedestrian road of tourist resort and to make new type of sidewalk pavement with wood chip and binder using urethane resin on the parks and tourist resort. The wood chip pavement has new economics and durability with comfortable texture. Samples of these pavement materials were tested for tensile strength, permeability and ball rebound value. Also, after immersion for 24 hours, tensile strength, samples' thickness and weight were measured and discussed the strength reduction according to the water immersion. Tensile strength experimentation was examined on dry condition and water immersion. The result of examination on dry condition was 1.06MPa and on water immersion was 0.67MPa. The results showed 36.8% decreasing rate of tensile strength. Permeability experiment test based on field permeability method of pavement were conducted as a result, permeability coefficients were in the range of 0.67~0.78mm/s that all exceeds object permeability coefficient. Elasticity experiment was based on elasticity test method of Japan road association. GB coefficient was 21% and SB coefficient was 10%. GB coefficient and SB coefficient increased if fine aggregate were increased.

키워드 : 우드 칩, 우레탄 수지, GB계수, SB계수

Keywords : Wood Chip, Urethane resin, GB Factor, SB Factor

1. 서 론

인간의 일상적인 삶속에서 보행권이 가지는 의미는 보행자의 안전뿐만 아니라 인간이 추구할 수 있는 행복권과도 밀접한 관련을 보이고 있다. 그 의미의 중요성은 최근 주5일 근무의 확대와 건강에 대한 관심, 저탄소 녹색성장에 대한 정부의 정책으로 인해 국민들의 관심이 모아져 사회 전반적으로 점차 커지고 있는 실정이다.¹⁾ 보행권에 대한 관심이 높아지면서 이러한 보행환경을 개선하려는 노력이 시민단체들에 의해 시작되었다. 한편 서울특별시에서는 1995년부터 시작하여 약 1년간 추진된 보행조례 제

정운동의 결실로 1997년 1월에 서울시의회에서 '서울특별시 보행권 확보와 보행환경 개선에 관한 기본조례'를 제정하였다. 서울시의 보행조례를 계기로 뒤이어 1999년에는 제주시, 2000년도에는 부산광역시, 광주광역시가 보행조례안을 제정하였고 2001년에는 대전광역시, 안양시 및 수원시, 2003년도에 부천시, 2008년도에 통영시, 안동시 등 지방 자치단체 여러 곳에서 보행권에 관한 조례를 제정하였다.²⁾ 이렇듯 보행권 및 보행환경에 대한 관심이 점차 높아지면서 보행자 전용 도로의 활용 면에서 여러 가지 특징적인 모습을 발견할 수 있다. 한 예로 보행자 전용 보도에서 발전된 자전거·보행자 겸용 도로의 형태를 볼 수 있으며 보행자가 길 밖으로 추락하는 것을 방지하기 위해 보행자용 방호 울타리가 설치된 모습도 볼 수 있다.

본 연구에서는 기존의 도로 포장체보다 자연 친화적이

* Corresponding author
E-mail: ryuhj1122@kongju.ac.kr

고 안정성을 갖는 보행자용 도로를 만들기 위하여 버려지고 있는 폐목재를 잘게 부순 Wood Chip을 우레탄 수지로 결합시킨 포장체의 물성에 대하여 검토하였다. 이때 보도 포장체는 인체에 무리를 주지 않으며 쾌적성, 안정성 및 보행성이 향상되고 주변 식물 및 지중의 미생물의 서식환경의 개선에 도움이 되도록 투수기능을 가지는 것으로 하였다.

2. 실험 계획 및 방법

2.1 실험계획

예비 실험으로 Wood Chip과 바인더로써 우레탄 수지를 질량비 1:0.5로 하여 실험하였으며 그 결과 Wood Chip과 결합될 수지의 사용량이 부족하다고 판단되었다. 따라서 본 실험에서는 표 1에 나타낸 바와 같이 Wood Chip과 수지의 질량비를 1:1로 하였다. 또한 2.5~5mm 크기의 잔골재를 사용하여 Wood Chip과 Wood Chip 사이의 공극 채움의 효과에 대해서도 검토하였다. 이때 잔골재의 사용량은 Wood Chip의 질량대비 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5의 5수준으로 정하였다.

물성실험 항목으로는 Wood Chip을 사용한 시험체 제작 후 인장강도 시험, 투수성 시험, 탄력성 시험, 침수후의 인장강도 시험 등을 실시하였다.

표 1 시험체의 재료 배합비

No	사용 재료의 질량비		
	우드 칩	수지	잔골재
1	1	1	-
2	1	1	0.5
3	1	1	1.0
4	1	1	1.5
5	1	1	2.0
6	1	1	2.5

2.2 사용재료

2.2.1 Wood Chip

천안 M사의 Wood Chip을 사용하였으며 15mm체로 체가름하여 통과된 길이 7~40mm이하, 두께 2~7mm의 폐목재를 70±1°C 오븐에 3시간 동안 건조시킨 후 사용하였다.

2.2.2 바인더

국내 K사에서 생산한 우레탄 수지(PANDEX TP-1190)를 사용하였으며 상온 습기 경화형으로 실험에 사용된 수지는 25°C에서 점도 900~1,500cps, 밀도 1.05g/cm³이며 담황색 투명 액상 상태이었다. 바인더의 구성성분은 표 2과 같다.

표 2 바인더의 구성 성분

화학 물질명	함유량(%)	화 학 식
폴리우레탄 프리폴리머	83~95	
Free MDI	10~20	C ₁₅ H ₁₀ O ₂ N ₂
Xylene	5~17	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂
기 타	3이하	

2.2.3 잔골재

잔골재는 깨끗한 물을 사용하여 불순물이 제거된 것을 오븐(100±1°C)에서 5시간 동안 건조시켰으며, 그 크기는 2.5mm 체에 잔유하며 5mm 체를 통과하는 것을 사용하였다.

2.3 실험 방법

본 연구의 실험 방법으로는 계량된 시료를 18 l의 혼합 용기를 가지는 강제식 믹서를 가지고 저속으로 회전시키면서 수지를 제외한 모든 재료를 먼저 혼합한 후 그 위에 수지를 서서히 투입하며 혼합하였다.



그림 1. 배합된 시료

혼합된 시료는 360mm × 610mm × 5mm(두께)의 성형틀에 넣은 다음 철판으로 0.01MPa의 압력을 5분간 가압하였다. 가압 성형 후 만들어진 Wood Chip 시험체는 24시간 양생 후 성형틀과 분리해 실험실 내에서 7일간 양생 후 시험을 실시하였다. 제작된 Wood Chip 시험체의 실험 항목으로는 먼저 일정한 크기로 절단된 시험체의 침수전과 24시간 침

수후의 무게 및 두께를 측정한 후 인장강도 시험을 실시하였다.



그림 2. 인장강도 시험

탄력성 시험은 일본도로협회 『탄력성 시험방법』에 따라 골프공 및 스틸 볼을 자유낙하 시켜 정점에 도달했을 때의 높이를 측정하여 시험하고 투수성 시험은 KS F 2394 『투수성 포장체의 현장 투수시험 방법』에 의거해 실험을 실시하였다.



그림 3. 투수성 시험

3. 물성 결과 및 고찰

3.1 침수전 및 침수후의 인장강도

보도용 포장체로서 Wood Chip간 접촉상황을 확인하기 위해 시험체를 각각 2개씩 침수전과 24시간 침수후로 나누어 인장강도를 실시하였으며 인장강도 시험은 10mm/min의 속도로 만능재료시험기를 사용하여 실험하였다. 그림 4는 침수전 및 침수후의 인장강도 시험결과로서 침수전 1.06MPa, 침수후 0.67MPa의 인장강도를 나타내며 침수후 36.8%의 인장강도 감소율을 나타내 침수에 따라 Wood Chip 시험체의 인장강도는 어느 정도 감소하는 것으로 나타났다. Wood Chip

의 질량에 대한 잔골재의 사용 비율을 0.5~2.5로 증가시킬 경우 그 값이 0.5씩 증가될 때마다 침수전은 0.10MPa, 침수후는 0.07MPa만큼 인장강도가 감소하였다.

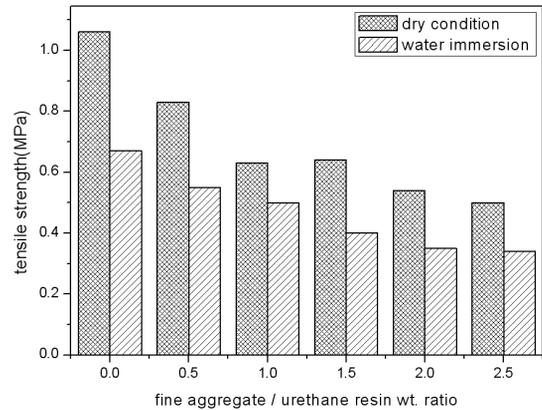


그림 4. 침수전 및 침수후 인장강도 실험결과

3.2 침수후 시험체 두께 및 무게변화

보도용 포장체에서 침수후의 시험체 두께 및 무게 변화를 확인하기 위해 30mm × 30mm × 30mm(두께)로 일정하게 자른 시험체를 각각 2개씩 수조 속에서 24시간 동안 일정 수온으로 침수시켰다.



그림 5. 침수된 시험체 모습

그림 6,7은 침수후 시험체의 두께 및 무게 변화를 나타낸 것으로 침수후 시험체의 두께 변화는 30mm에서 32.5mm로 2.5mm가 변화된 8.3%의 두께 증가를 나타내었으며 무게 변화는 140g에서 171g으로 31g이 변화된 22.1%의 무게 증가를 나타내었다. 이는 침수후 Wood Chip 시험체의 두께 및 무게가 어느 정도 증가되는 것으로 보이고 있다. 한편 잔골재의 사용 비율을 Wood Chip의 질량에 대해 0.5~2.5로 증가시켜 배합하였을 경우 1.3~2.3%의 두께

증가와 11.9~21.2%의 무게 증가를 보여 잔골재를 넣지 않은 배합보다 두께 및 무게 증가율 값이 작은 값으로 나타나고 있다. 이는 잔골재의 사용이 Wood Chip과 Wood Chip 사이의 공극을 채워 침수후 시험체의 두께 및 무게 변화를 감소시키는 것으로 사료된다.

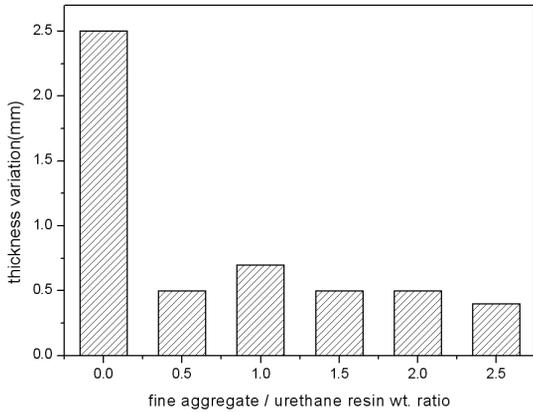


그림 6. 침수후 두께 변화

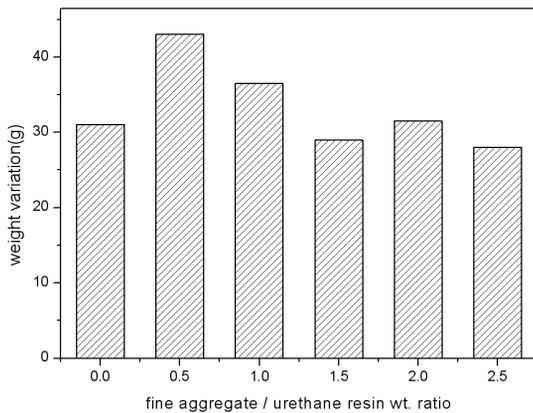


그림 7. 침수후 무게 변화

3.3 탄력성

탄력성 시험은 골프공 또는 스틸볼을 자유낙하 시켰을 때의 반발높이로 골프공 계수(GB계수) 또는 스틸볼계수(SB계수)를 구하여 보도용 포장재의 탄력성을 평가하는 시험이다. GB계수는 충격 흡수성을, SB계수는 반발 탄성을 나타내므로 GB계수와 SB계수의 값이 둘 다 작으면 작을수록 몸에 대한 부담이 적을 것으로 생각된다.³⁾ 실험방법은 1m의 높이에서 떨어뜨린 일반용 골프공 또는 1in(25.4mm) 크기 스틸 볼의 반발 높이를 적정 높이에서 캠코더로 촬영하며 정점에 도달했을 시의 높이를 측정하였다.

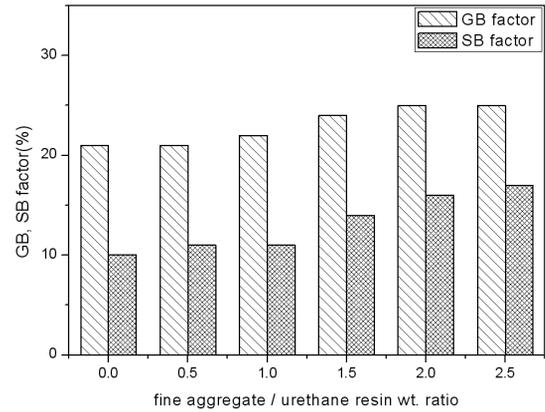


그림 8. GB계수와 SB계수 측정 값

GB계수와 SB계수의 측정 값은 1m의 높이에서 떨어뜨린 골프공 또는 스틸볼을 기준으로 하여 반발 높이를 백분율로 표시한 값이다. 그림 8, 9는 각 시험체의 GB계수와 SB계수의 관계를 나타낸 것으로 Wood Chip 시험체의 GB계수는 21%, SB계수는 10%를 나타내고 있다. 국외의 연구 결과를 보면 포장면이 콘크리트 포장일 경우 GB계수 80%~90%, SB계수 30%~35%와 고무칩 포장일 경우 GB계수 25%~35%, SB계수 30%~40%라고 알려져 있다.³⁾ 본 실험에서는 GB계수 21%, SB계수 10%로 국외 연구 결과 값으로 나타난 다른 보도 포장재 값 보다 GB계수와 SB계수가 작은 값을 알 수 있다. Wood Chip의 질량에 대한 잔골재의 사용 비율을 0.5~2.5로 증가 시킬 경우 GB계수 값이 커질수록 SB계수 값 또한 증가하는 경향을 나타내고 있다.

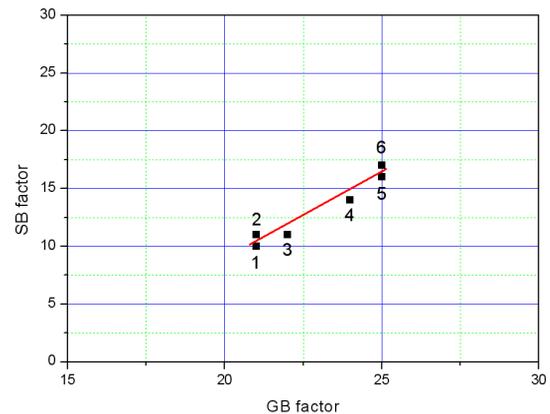


그림 9. GB계수와 SB계수의 측정 값 비교

그림 10은 각 시험체별 SB계수/GB계수 값을 그래프로 나타낸 것으로 Wood Chip 시험체에서 잔골재량이 증가할수록 SB계수/GB계수 값은 증가하였다. 각 시험체의 SB계

수/GB계수 값을 살펴보면 NO. 1(우드 칩 : 수지 = 1 : 1)은 0.48, NO. 2(우드 칩 : 수지 : 잔골재 = 1 : 1 : 0.5)은 0.52이고 NO. 6(우드 칩 : 수지 : 잔골재 = 1 : 1 : 2.5)은 0.68을 나타내었다.

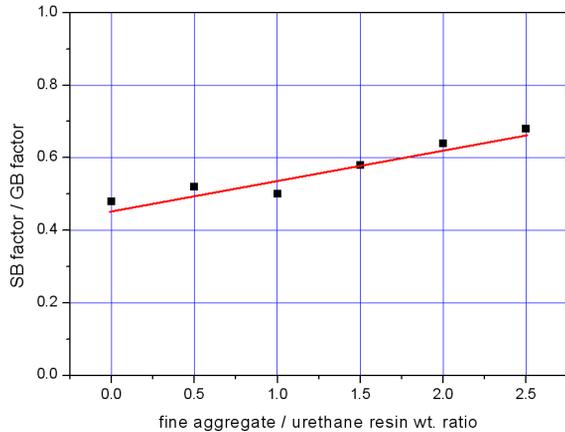


그림 10. SB계수/GB계수 측정 값

3.4 투수성

투수성 시험은 KS F 2394 『투수성 포장체의 현장 투수 시험 방법』에 따라 실시하였으며 각각의 시험체에서 0.67~0.78mm/s의 투수계수를 나타내었다.

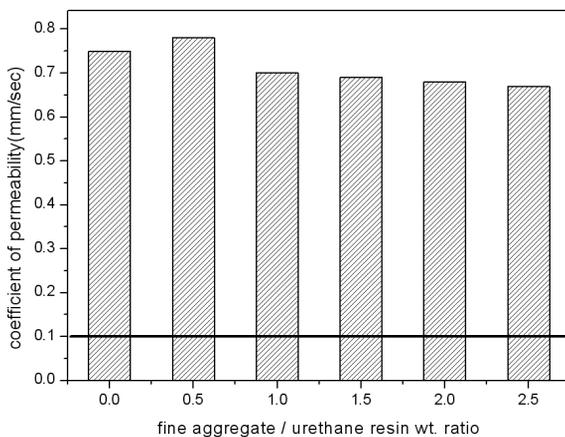


그림 11. 시험체별 투수계수 측정 값

이 값은 국토해양부의 도로포장설계시공지침(1996) 및 일본도로협회의 투수성 아스팔트 혼합물의 배합설계기준에서 투수계수의 기준치인 0.1mm/s 이상의 값으로 모든 시험체에서 목표투수계수를 넘는 결과를 나타내었다.

4. 결론

Wood Chip을 사용한 보도 포장체의 물성에 관한 연구의 실험 결과 다음과 같은 결론을 얻었으며, 장기내구성 및 마모저항성능 등에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

1) 보행자용 포장체의 물성실험 결과 Wood Chip을 사용한 시험체의 인장강도는 침수전 1.06MPa, 침수후 0.67MPa의 인장강도를 나타내었으며 침수후 36.8%의 인장강도 감소를 나타내 침수에 따라 Wood Chip 시험체의 인장강도는 어느 정도 감소하는 것으로 나타났다.

2) 침수후 Wood Chip 시험체의 두께 및 무게 변화는 8.3%의 두께 증가와 22.1%의 무게 증가를 보이며 Wood Chip에 대한 잔골재의 사용 비율을 0.5~2.5로 증가시킬 경우 1.3~2.3%의 두께 증가와 11.9~21.2%의 무게 증가를 나타내 잔골재의 사용이 침수후 시험체의 두께 및 무게의 변화를 감소시키는 효과를 나타냄을 알 수 있다.

3) 탄력성은 GB계수와 SB계수로 나타낼 수 있으며 Wood Chip 시험체에서 GB계수는 21%, SB계수는 10%를 나타내었다. 이는 다른 보도 포장체 보다 낮은 값을 나타내었으며 GB계수와 SB계수의 값이 작으면 작을수록 몸에 대한 부담이 적을 것으로 생각된다.

4) 투수계수는 0.67~0.78mm/s의 값으로 모두 0.1mm/s의 목표투수계수를 초과하는 결과를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 기술혁신사업의 연구비 지원(과제번호 #10지역기술혁신 B-01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- 1) 장석용 외 2인, 보행권 확보를 위한 보행안전대책의 도입방안에 관한 기초적 연구, 대한토목학회논문집, 제30권, 제1호, pp. 11-25, 2010. 1
- 2) 박진경, 보행권 확보를 위한 제도적 기반 마련되어야, 한국지방행정연구원, e-krila Focus, 19호, 2010. 1
- 3) 森田 千尋 外 7人, “廃木材チップを利用した舗装材の開発について,” 土木構造・材料論文集, 第23号, 2007.
- 4) 米村 豊志 外 1人, “リサイクル資源を利用した廃木材チップ舗装の研究開発,” 福井県雪対策・建設技術研究所 年報地域技術, 第19号, 2006

- 5) KS F 2394 : 투수성 포장체의 현장 투수시험 방법,
2004

Wood Chip을 사용한 자원순환형 보도 포장체의 물성에 관한 연구

본 논문에서는 일반 보행자 도로의 형태 및 문제점을 찾아보고 공원 산책로 및 관광지의 보도 등과 같은 일반적인 보도용 포장체에 Wood Chip과 바인더로써 우레탄 수지를 사용하여 새로운 형태의 자원순환형 보도 포장체의 물성에 관한 연구를 실시하였다. 포장체의 물성실험은 인장강도 시험, 투수성 시험, 탄력성 시험, 침수후의 인장강도 변화 등을 실시하였고, 또한 2.5~5mm 크기의 잔골재를 사용한 효과에 대해서도 검토하였다. 인장강도 시험은 침수전과 침수후로 나누어 시험하였으며 침수전 1.06MPa, 침수후 0.67MPa의 인장강도를 나타내 36.8%의 인장강도 감소율을 나타내었다. 투수성 시험은 투수성 포장체의 현장 투수시험 방법에 의거해 실험하였으며 시험 결과 투수계수는 0.67~0.78mm/s의 값으로 모두 0.1mm/s 의 목표투수계수를 초과하였다. 탄력성 시험은 일본 도로협회의 탄력성시험방법에 따라 실시하였으며 GB계수 21%, SB계수 10%의 값을 나타냈고 잔골재의 양이 증가할수록 GB계수, SB계수 모두 점차 증가하는 경향을 나타냈었다.