

## 택지개발에 따른 표면재료를 고려한 우수유출저감시설의 침투 특성에 관한 실험 연구

### An Experimental Study on Infiltration Characteristics of Facilities for Reducing Runoff Considering Surface Materials According to Housing Lot Developments

임 장 혁<sup>†</sup> · 송 재 우<sup>1)</sup> · 박 성 식<sup>2)</sup> · 박 호 상<sup>3)</sup>

Im, Janghyuk · Song, Jaiwoo · Park, Sungsik · Park, Hosang

**ABSTRACT :** The increment of impermeable land area due to widespread land development caused the adverse impact on urban disaster prevention because it could decrease the peak rate of runoff as well as increase the runoff and peak flow during rainy period. To date, little research has been conducted on the infiltration characteristics and quantitative analysis because of their highly dependence on construction method, paving material, surface permeability, and field condition. Hence, this study was performed to investigate the infiltration characteristics of runoff-reducing facilities according to the type of paving material, which were examined using experimental apparatus with varying paving material and rainfall intensity, and thus to provide fundamental research data for runoff-reducing infiltration facilities. In this study, the infiltration characteristics were examined under the rainfall intensity of 20, 30, 50, 80, 100, 200 mm/hr for a variety type of paving materials such as concrete, asphalt, sand, grassland, and permeable paving material. The infiltration rate for permeable paving material was observed to be more than 93% under the condition of less than 200 mm/hr of rainfall intensity. For the compacted earth and grassland, the ultimate infiltration rate was estimated to be about 13% to 67%. The permeable paving material was concluded to be the most appropriate one for the runoff-reducing infiltration facilities because it has more favorable advantages than others in the light of infiltration volume, disaster prevention, and river training.

**Keywords :** Infiltration characteristics, Facilities for reducing runoff, Infiltration rate

**요 지 :** 택지개발에 따른 불투수 면적의 증가는 호우 발생시 하천으로의 유출량과 침투유량의 증가뿐만 아니라 침투유출량의 발생 시간도 감소하는 등 방재 측면에서도 불리한 여건이 심화되고 있다. 침투시설에 의한 우수유출 저감의 경우, 공법, 재료, 투수성능과 현장 여건에 따라 좌우되기 때문에 침투특성이나 정량적인 분석에 대한 연구는 아직까지 미흡한 실정이다. 본 연구의 목적은 표면 재료에 따른 침투형 우수유출 저감시설의 침투 특성을 연구하는 것이며, 이를 실험을 통해 표면재료 및 강우강도를 변화시키며 실험장지에 의한 침투특성을 고찰하고, 표면재료의 이용에 따른 침투효과 및 특성을 분석하여 우수유출 저감시설의 기초연구자료로 활용할 수 있도록 하는데 그 의의가 있다. 본 연구에서는 택지개발시 토지이용을 참고하여 콘크리트 포장, 아스팔트 포장, 토사, 초지, 투수성 포장재 등 5가지로 구분하여 표면재료별 실험을 실시하였으며, 개개 실험별 강우조건은 20, 30, 50, 80, 100, 200mm/hr 로 구분하여 수행하였다. 표면재료에 따른 침투율 실험 결과, 투수성 포장재의 경우 200mm/hr 이하에서 약 93%이상의 침투율을 확보할 수 있는 것으로 측정되었다. 다짐 흙과 초지의 경우에 중기침투율은 약 13%에서 약 67%까지 나타났으며, 또한 아스팔트 및 콘크리트 포장의 경우 대부분 직접 유출되고 중기침투율은 매우 적은 것으로 측정되었다. 우수유출 저감시설의 표면재료로 투수성 포장재를 사용하는 것이 침투량 확보측면에서 가장 유리하고 우수유출 저감시설의 목적인 방재 및 치수 측면에 활용할 수 있는 것으로 판단되었다.

**주요어 :** 침투 특성, 우수유출저감시설, 중기침투율

## 1. 서 론

우리나라는 시간적으로 강우가 불균형하게 분포하는 특성을 가지고 있으므로 수자원의 관리측면에서 매우 불리한 형편이다. 또한 하천을 따라서 도시화, 혹은 택지개발

이 진행되면서 불투수 면적이 증가하여, 호우 발생시 하천으로 유출량과 침투유량이 증가할 뿐만 아니라 침투유출량의 발생시간도 감소하는 등 방재 측면에서도 불리한 여건이 심화되고 있다. 이러한 우수유출 증가를 저감할 수 있는 시설인 우수유출 저감시설에 대한 연구는 진행 중이

† 정회원, 홍익대학교 건설도시공학부 토목공학과 박사수료(E-mail : scryer@empal.com)

1) 비회원, 홍익대학교 건설도시공학부 토목공학과 교수

2) 비회원, 한강홍수통제소 조사과 시설연구사

3) 비회원, 한국기술개발(주) 수자원부 부장

며, 특히 저류형 우수유출 저감시설에 대해 많은 연구 및 성과가 얻어졌다.

관련 실험 연구를 살펴보면, 김병훈 등(2002)은 도시지역에 적용하기 적합한 침투형 저감시설 중 하나인 투수성 포장재에 대한 저감효과를 파악하기 위해 수리모형 실험을 실시하였다. 강우는 인공강우에 대한 것과 실제강우에 대해서 실시하여 불투성 포장재와 투수성 포장재를 통한 우수저감을 정량적으로 해석하였으며, 최계운 등(2003)은 실험을 통하여 빗물을 적절하게 활용하기 위해서는 설치 지점의 선정뿐만 아니라 침투능 효과의 검증, 일정유량의 방류, 저류능력의 판단 등에 대한 종합적인 검토가 필요하게 되나 이와 같은 사항들은 실험실 실험을 통하여 검증한 후 현장에 적용하는 것이 바람직하다는 방안을 제시하였다. 그리고 최계운 등(2004a)은 유역 침투-저류 방식을 이용한 빗물이용에서의 강우강도에 따른 유출량 및 저류량 변화를 분석하고, 수질 변화를 검토하는 실험을 통해 빗물 이용시설의 적용성 여부를 확인하였고, 최계운 등(2004b)을 통해서 우수유출수의 도시하천 유지유량 활용을 위한 지하저류시스템을 개발하고 실험을 통하여 적용성을 검토하였다. 이를 위해 5m×5m 크기의 유출면적에 인공강우장치와 지하저류시설을 설치하고, 인공강우 실험과 실제 강우실험을 통하여 유출수의 수질개선 효과와 저류효과를 분석하였다. 또한, 심재현 등(2004)은 1998년부터 현재까지 전국 시범지역에 설치된 우수유출 저감시설인 침투통에 대하여 2003년 호우를 실시간 현장 계측을 하고 이를 정량적으로 분석하였다. 한편, 외국의 연구는 주로 호주와 뉴질랜드에서 연구되었다. 호주에서는 Fletcher et al.(2001)은 도시화에 따른 우수유출증가를 효율적으로 제어할 수 있는 방안에 대한 연구를 실시하였으며, Taylor(2005)는 우수유출저감 및 수질개선효과를 가진 시설에 대한 비용을 연구하였다. 또한 Wong(2000, 2001)은 도시지역의 우수유출저감 및 수질개선에 관한 연구를 실시하였으며, 이론 및 장치를 제안하였다. 그러나 현재 국내 침투시설에 의한 우

수 유출저감의 경우 공법, 재료, 투수성과 현장 여건에 좌우되기 때문에 침투특성이나 정량적인 분석에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이러한 우수 침투시설은 지반의 침투능에 따라 지하로 침투시켜 도시내 물 순환시스템의 불균형을 해소하는데 도움을 주며, 침투수의 재활용이 가능하여 대체 수자원의 확보가 용이해지며, 우수유출량을 감소 또는 지연시켜 하류하천의 홍수부담을 경감시킬 수 있다는 장점이 있다. 따라서 침투형 우수유출저감시설에 대한 다양한 연구와 접근이 필요한 실정이며 강우, 토양, 토질 등 여러 가지 인자 영향을 받는 침투현상은 매우 복잡하게 전개되므로 우수유출 저감시설의 침투량 특성에 대한 실험적 연구가 필요한 실정이다. 그러므로, 본 연구의 목적은 표면재료에 따른 침투형 우수유출 저감시설의 침투 특성을 연구하는 것이며, 이를 실험을 통해 표면재료 및 강우강도를 변화시키며 실험 장치에 의한 침투특성을 고찰하고, 표면재료의 이용에 따른 침투효과 및 특성을 분석하여 우수유출 저감시설의 기초연구자료로 활용할 수 있도록 하는데 그 의의가 있다. 본 연구에서는 우수유출 증가를 발생시키는 택지개발 시 토지이용을 대표하는 콘크리트 포장, 아스팔트 포장, 토사, 초지, 투수성 포장재 등 5가지로 구분하여 표면재료별 실험을 실시하였으며, 각 실험은 인공강우장치를 이용하여 강우조건은 20, 30, 50, 80, 100, 200mm/hr로 구분하여 수행하였다.

## 2. 수리모형실험 및 결과

### 2.1 수리모형실험 장치

본 연구의 수리모형 실험장치는 위에서 언급한 바와 같이 표면재료에 따른 침투량을 분석하기 위해 실험장치를 제작하였다. 표 1에 나타난 바와 같이 표면재료는 택지개발에 따른 대표적 토지이용을 선정하였다. 또한 현실적인 침투량 산정을 위해 인공강우장치를 제작하였으며, 수리모

표 1. 각 표면재료별 제작방법 및 제원

구 분	택지개발 토지이용	제 원	제 작 방 법	비 고
다짐 흙	운동장 및 체육시설	마 사 토 t=30cm	1층당 t=15cm포설, 다짐	
콘크리트 포장	도로 및 주택시설	콘크리트 t=10cm 보조기층 t=20cm	보조기층 포설, 다짐 후 콘크리트 타설	
초 지(잔디)	공 원 시 설	초지(잔디) t=3cm 마 사 토 t=27cm	1층당 t=13cm, 2층 포설, 다짐 후 식재	
투수성 포장	공원 및 도로시설	투수성포장 t=8cm 보조기층 t=7cm 모 래 t=15cm	1층 모래 포설, 다짐 2층 보조기층 포설, 다짐 3층 투수성 포장	
아스콘 포장	도로 및 주택시설	아스콘 t=8cm 보조기층 t=22cm	보조기층 포설, 다짐 후 아스콘 포설, 다짐	

표 2. 수리모형 실험장치의 제원

실험유역면적	유역경사	디지털 유량계	유량계범위	월류위어	저수조	측구
2m×2m (4m <sup>2</sup> )	중방향2% 횡방향2%	no.1	15 ℓ/hr ~ 500 ℓ/hr	삼각위어	1.0×2.0×0.6 (1,200 ℓ)	0.3×0.15 (m)
		no.2	500 ℓ/hr ~ 5,000 ℓ/hr			
		no.3	2,000 ℓ/hr ~ 20,000 ℓ/hr			



그림 1. 수리모형 실험장치

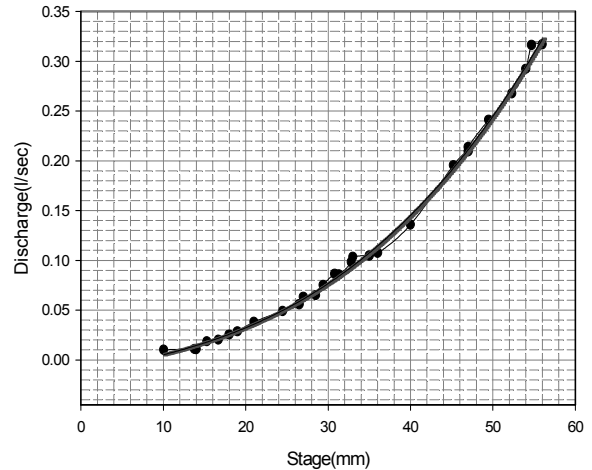


그림 2. 수위-유량 관계식 분석

형실험장치의 제원은 표 2에 나타났다. 또한 인공강우장치 부분에 디지털 유량계를 설치하여 실험유역에 공급되는 유량의 정확성을 확보하였다.

본 연구의 수리모형실험장치는 그림 1에 나타났다. 하부의 저수조에서 펌프에 의해 상부의 노즐로 유량이 공급되며, 또한 이 유량은 디지털 유량계로 측정되어 포설면의 재료에 분사된다. 또한 포설면 주변에 측구를 설치하여 직접유출량과 포설면 하부로 침투되는 유량을 측정하기 위해 삼각위어를 각각 설치하였다.

## 2.2 실험조건 및 방법

### 2.2.1 실험조건

강우강도는 20, 30, 50, 80, 100, 200mm/hr를 각각 모의하였으며 강우에 따른 실시간 침투 및 유출량을 측정하기 위해 위어부를 설치하여 약 5분 간격으로 지속시간 1시간 30분간 측정하였다. 또한 실험의 정확성을 위해 3회 이상 측정하여 평균한 값을 사용하였다. 또한 사용된 디지털 유량계의 검증과 위어 계수 보정 실험을 수행하였다. 각 실험은 메스실린더와 집수기를 사용하여 물의 부피와 집수시간을 측정하여 확인하였으며, 이 결과는 평균 5%를 상회하지 않으므로 디지털 유량계와 위어계수 보정에 의한 값을 이용하였다. 또한 우수유출 저감시설로써 기능을 고려하기 위해 선행강우를 고려하였으며 이것은 AMC-III 조건을 이용하였다. AMC-III 조건을 고려하기 위해 선행강우를 강우 깊이를 P5

> 55.34mm로 미리 표면재료를 일정시간 동안 강우를 포설하여 동일한 AMC-III 조건이 되도록 조정된 후 실험하였다.

### 2.2.2 실험방법

균일한 초기 조건을 유지하기 위해 표면재료에 비닐 커버를 덮고 디지털 유량계에 의해 일정 강우강도가 유지되면 비닐 커버를 제거하여 시작 후 30초와 1분의 직접유출량 및 침투량을 위어 월류 높이로 측정하고 2분부터 1분간격으로 5분까지 측정하였다. 또한 5분부터는 5분간격으로 1시간 30분까지 측정하였다. 강우 시작부터 5분까지는 유출과 침투에 따른 유역내의 도달시간에 변화를 측정하여 지체효과를 검증하였으며 5분 간격으로 삼각위어 유출고의 변화를 측정하였다. 또한 월류고(수위)-유량관계식을 유도하여 직접유출량을 산정하였으며, 이때 수위-유량관계식은 SPSS 통계분석 프로그램을 이용하였다. 공급되는 유량에서 수위-유량관계식에 의하여 산정된 직접유출량을 감하여 침투량을 산정하였으며, 침투량 값의 무차원화를 위해 침투율을 산정하였다.

삼각위어 월류고에 따른 수위-유량 자료는 그림 2와 같이 회귀분석을 실시하여 삼각위어 월류고에 따른 수위-유량 관계식을 산정하여 식 (1)과 그림 2에 나타났다. 또한 식 (1)의 결정계수는 0.99779345로 매우 양호한 결과를 나타냈다.

$$Y = 1.156 \times 10^{-6} X^3 + 1.6759 \times 10^{-5} X^2 + 0.0013988 \times X - 0.0116 \quad (1)$$

여기서, X : 수위, stage(mm), Y : 유량, discharge(l/sec)

또한 수리모형 실험은 수위-유량 관계식에 의해 직접유출량을 산정하 공급된 유량에서 감하여 다음 식 (2)와 같이 침투량 및 침투율을 산정하였다.

$$I = Q_{in} - Q_{out} \quad (2)$$

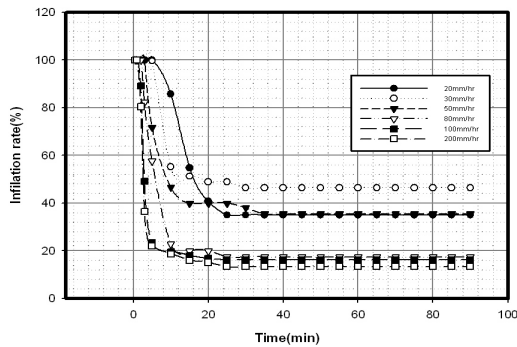
여기서, I : 침투량,  $Q_{in}$  : 공급되는 유량,  $Q_{out}$  : 유출되는 유량

### 3. 수리실험 결과 및 분석

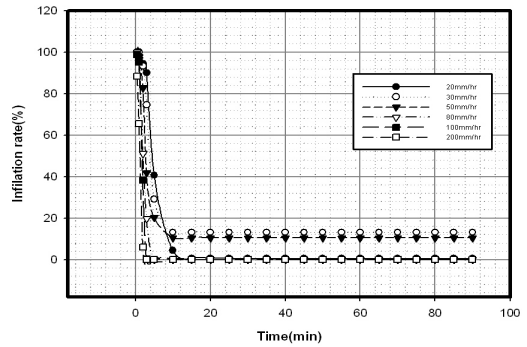
#### 3.1 실시간 표면재료에 따른 강우강도별 침투율 분석

본 연구의 수리모형실험 결과는 다음 그림 3에 각 표면

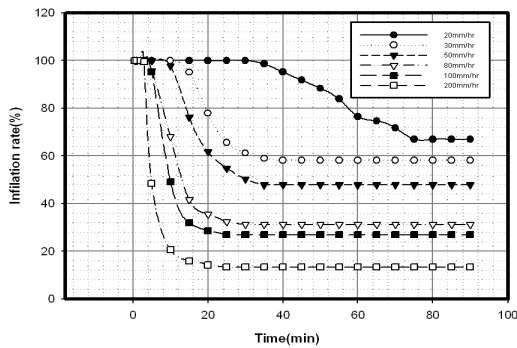
재료별 실시간 침투율을 강우강도의 변화에 따라 나타내었다. 그림 3에서 모든 표면재료에 대해 일정시간이 경과하면 유출량은 변화가 발생하지 않고 일정하게 유지되는 일반적인 중기 침투능에 이르는 특성을 나타냈다. 아래 그림 3(a)는 다짐 흙의 강우강도별 실시간 침투율을 나타낸 것이다. 여기서, 침투율의 범위는 13.32%에서 46.30%로 나타났으며 강우강도에 따라서 많은 편차를 나타냈다. 또한 강우강도 30mm/hr 이하에서는 약 35%정도의 침투율을 나타냈다. 그림 3(b)는 콘크리트의 강우강도별 실시간 침투율을 나타낸 것이다. 여기서, 침투율의 범위는 0.00%에서 13.13%로 나타났으며 강우강도에 따라서 많은 편차를 나타냈다. 그림 3(c)는 초지의 강우강도별 실시간 침투율을 나타낸 것이다. 여기서, 침투율의 범위는 13.32%에서



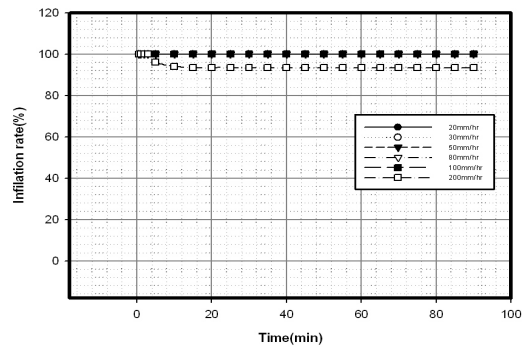
(a) 다짐 흙



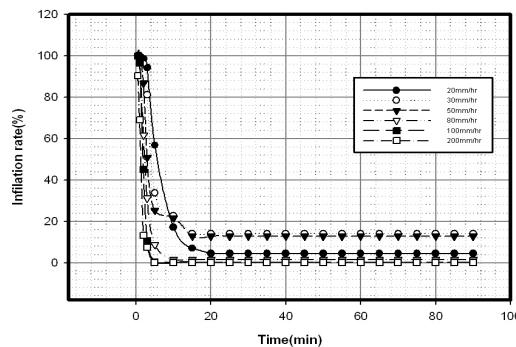
(b) 콘크리트



(c) 초지



(d) 투수성 콘크리트



(e) 아스콘

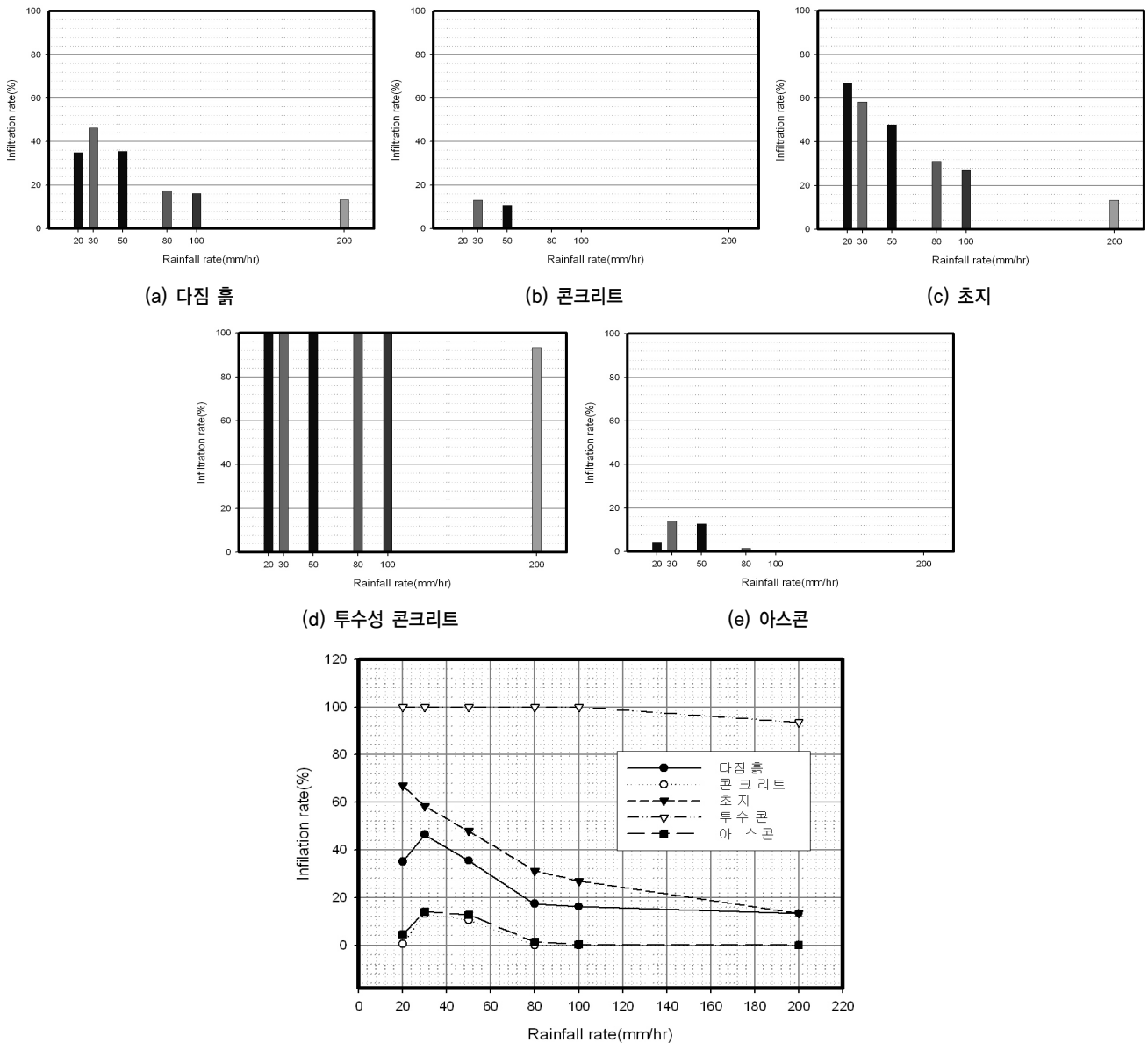
그림 3. 표면재료별 실시간 침투율

66.91%로 나타났으며 강우강도에 따라서 많은 편차를 나타냈다. 또한 강우강도별 종기 침투율은 강우강도가 증가함에 따라 감소하였다. 초지에 대한 각 강우강도별 유출량 중 20mm/hr에 대한 직접유출량의 경우시간이 증가함에 따라 증가되는 유출량이 매우 작게 나타났으며 이것은 초지의 엽면에 의한 지연효과로 판단되었다. 그림 3(d)는 투수성 포장의 강우강도별 실시간 침투율을 나타낸 것이다. 여기서, 침투가 발생하는 시간은 강우강도가 증가함에 따라 단축되었으며, 침투량의 범위는 93.50%에서 100.00%로 나타났으며 거의 대부분 침투되는 것으로 나타났다. 즉, 200mm/hr를 제외한 강우강도에서는 거의 모두 침투되는 것으로 나타났다. 그림 3(e)는 아스팔트의 강우강도별 실시간 침투율을 나타낸 것이다. 여기서, 침투율의 범위는 0.10%에서 14.12%로 나타

났으며 강우강도에 따라서 많은 편차를 나타냈다. 또한 침투율은 강우강도 30mm/hr에서 14.12%로 최대로 나타났으며 이후 감소하였다. 즉, 100mm/hr 이후에는 거의 95%이상 직접유출 되는 것으로 분석되었다. 강우강도 및 시간에 따른 침투율의 변화가 콘크리트와 비슷한 경향을 나타내었다.

### 3.2 종기침투율에 대한 비교 및 분석

표면재료별 강우강도에 따른 종기 침투율의 변화를 표 3과 그림 4, 그림 5에 나타냈다. 종기 침투율은 투수성 포장재에서 강우강도의 변화에 관계없이 최대 100.0%를 나타냈으며, 콘크리트 및 아스팔트 포장의 50mm/hr 이상에서 각각 최소 0%, 0%를 나타냈다. 또한 초지와 다짐 흙의 경우는 각각 30mm/hr에서 최대 종기 침투율을 나타냈다.

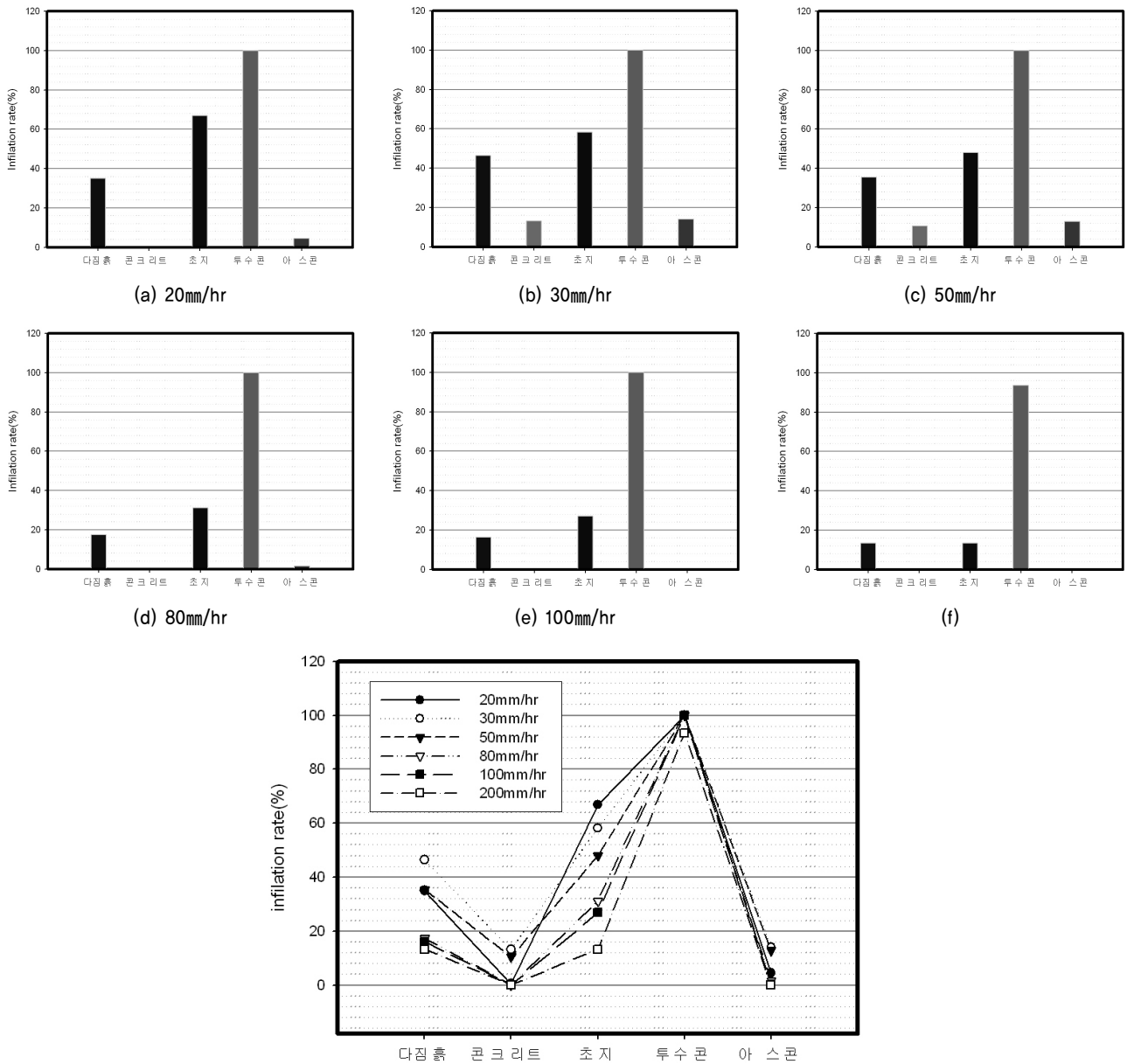


(f) 표면재료별 강우강도-종기침투율 곡선(전체)

그림 4. 표면재료별 강우강도-종기침투율 곡선

30mm/hr 이상에서는 침투율이 감소하였으며, 일반적인 호우에 대해 표면재료의 침투효율이 강우강도가 증가함에 따라 감소된다고 판단되었다. 또한, 표면재료에 따른 종기 침투율 특성은 시간변화에 따라 콘크리트, 아스팔트 포장

및 다짐 흙의 경우에는 30mm/hr에서 최대 13.13%, 14.12%, 46.40%가 발생되는 곡선을 형성하였으며, 다짐 흙은 30mm/hr 이하에 강우강도에 대해서는 침투를 약 35%정도 확보할 수 있는 것으로 판단되었으며, 초지의 경우 강우강도 30mm/hr



(g) 강우강도별 표면재료-종기침투율 곡선(전체)

그림 5. 강우강도별 표면재료-종기침투율 곡선

표 3. 강우강도별 표면재료-종기침투율

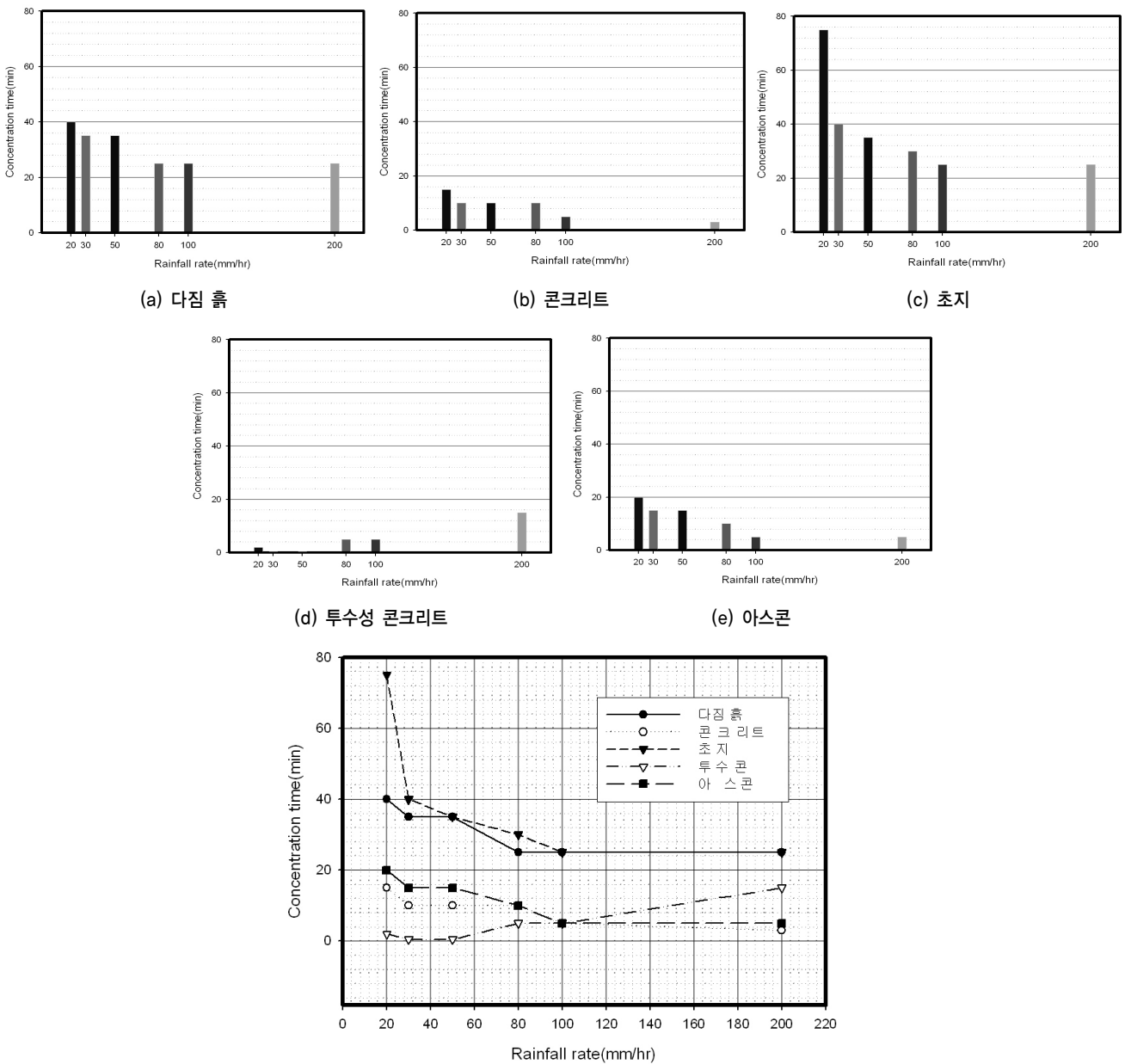
구분	다짐흙	콘크리트	초지	투수성 콘크리트	아스콘
20mm/hr	35.02%	0.50%	66.91%	100.00%	4.44%
30mm/hr	46.40%	13.13%	58.20%	100.00%	14.12%
50mm/hr	35.43%	10.49%	47.88%	100.00%	12.79%
80mm/hr	17.44%	0.00%	31.22%	100.00%	1.45%
100mm/hr	16.21%	0.00%	26.96%	100.00%	0.19%
200mm/hr	13.32%	0.00%	13.32%	93.50%	0.10%

이하에서는 약 50%정도의 침투율을 나타내므로 이것은 일반적인 강우강도에서 침투를 약 50%이상 확보할 수 있는 것으로 판단되었으며, 하부토질에 관한 영향을 고려한다면 침투형 우수유출 저감시설에 활용 가능할 것으로 판단되었다. 아스팔트의 경우, 강우강도 30mm/hr에서 약 14% 정도의 낮은 침투율을 나타내므로 이것은 일반적인 강우강도에 대해 침투를 거의 확보할 수 없는 것으로 판단되었으며, 콘크리트의 경우도 강우강도 30mm/hr에서 약 13% 정도의 낮은 침투율을 나타내므로 이것 또한 일반적인 강우강도에 대해 침투를 거의 확보할 수 없는 것으로 판단되었으며, 침투형 우수유출 저감시설에 적용하기엔 적합하지 않은 표면재료로 판단되었다. 그러나 투수성 콘크리트 포

장의 경우 모든 강우강도에 대해 침투를 약 95%이상 확보할 수 있는 것으로 판단되었으며, 하부토질에 관한 영향을 고려된다면 침투형 우수유출 저감시설로서 매우 좋은 표면재료로 판단되었다.

### 3.3 강우강도와 표면재료에 따른 종기침투 도달시간 분석

강우강도와 표면재료에 따른 종기침투 도달시간을 분석하기 위해 결과를 표 4에 정리하였다. 또한, 그림 6에 표면재료별 강우강도에 따른 종기침투 도달시간의 변화를 각각 나타냈다. 여기서, 종기침투 도달시간은 각 강우강도에 대한 표면 재료의 종기 침투율이 최소가 되는 즉, 직접유



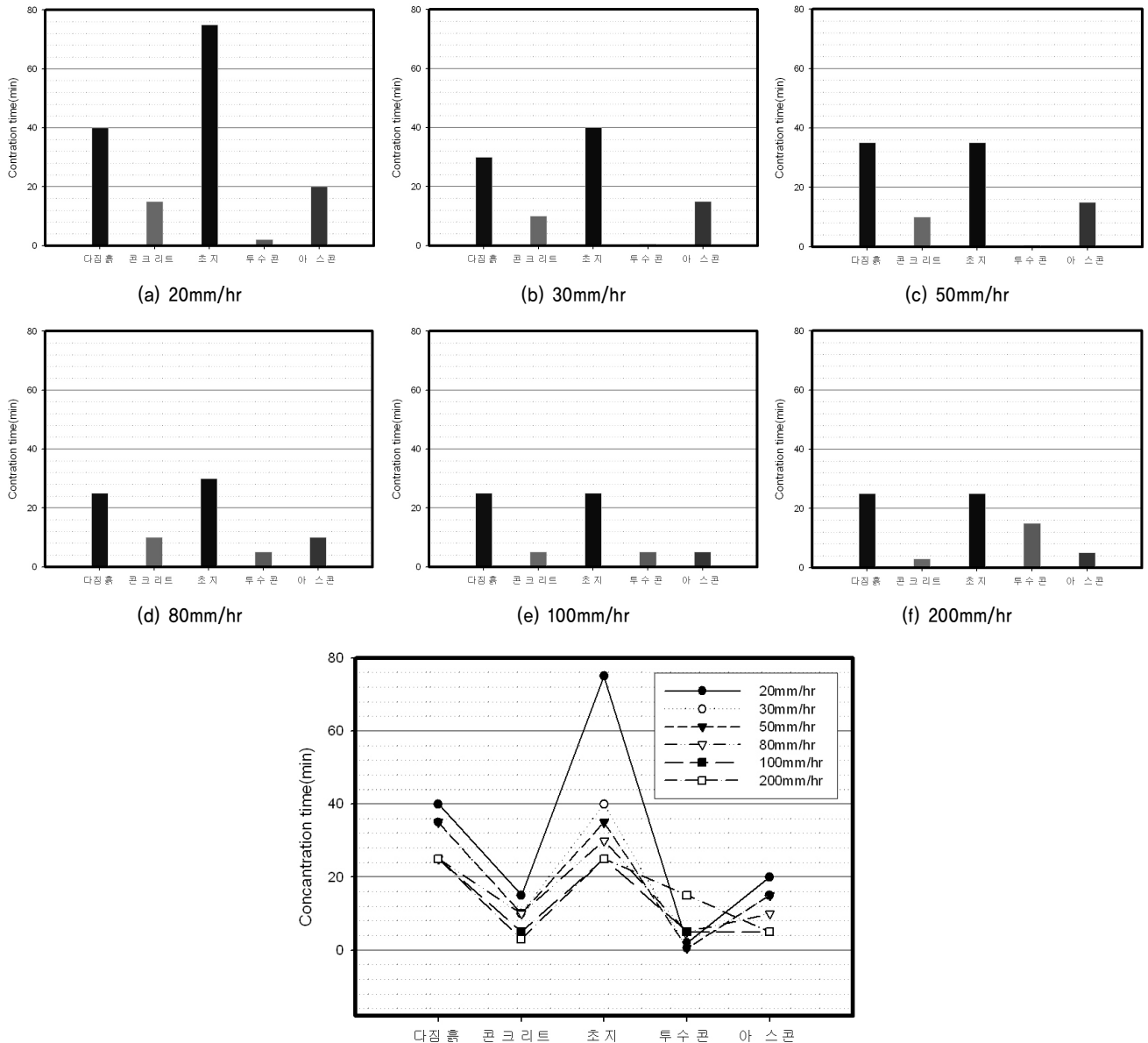
(f) 표면재료별 강우강도-종기침투 도달시간 곡선(전체)

그림 6. 표면재료별 강우강도-종기침투 도달시간 곡선

출이 최대가 되는 시간으로 정의하였다. 또한 그림 7에 강우강도별 표면재료에 따른 종기침투 도달시간의 변화를 각각 나타냈다. 또한, 표면재료와 강우강도에 따른 종기침투 도달시간의 전체적인 변화를 도시하였다.

그림 6과 그림 7을 분석한 결과, 콘크리트 포장재 및 아

스팔트 포장재는 강우강도가 증가함에 따라 종기침투 도달 시간이 점차 감소하는 경향을 나타냈으며, 5분에서 20분까지 측정되었다. 또한, 다짐 흙과 초지 표면재료의 종기침투 도달시간이 25분에서 75분까지 측정되었으며, 다짐 흙은 50mm/hr 이후에 일정한 종기침투 도달시간을 나타냈다. 초



(g) 강우강도별 표면재료-종기침투 도달시간 곡선(전체)

그림 7. 강우강도별 표면재료-종기침투 도달시간 곡선

표 4. 재료별 강우강도-종기침투 도달시간(단위:min)

구분	다짐흙	콘크리트 포장재	초지	투수성 콘크리트	아스콘
20mm/hr	40	15	75	2	20
30mm/hr	35	10	40	0.5	15
50mm/hr	35	10	35	0.5	15
80mm/hr	25	10	30	5	10
100mm/hr	25	5	25	5	5
200mm/hr	25	3	25	15	5



지 표면의 경우에는 강우강도가 증가함에 따라(20mm/hr에서 50mm/hr까지 범위에서 급격히 종기침투 도달시간이 감소되는 현상을 나타냈다. 투수성 포장재에서는 강우강도가 증가함에 따라 30mm/hr과 50mm/hr을 제외하고 전반적으로 종기침투 도달시간이 증가하는 경향을 나타냈다. 재료 표면별 종기침투 도달시간을 분석한 결과, 각 강우강도에서 초지가 전반적으로 가장 길게 나타났으며, 이러한 결과는 초지 재료의 차단효과에 의한 것으로 판단된다. 또한 투수성 포장재는 대부분 침투되어 종기침투 도달시간이 빠르게 산정되는 것으로 판단된다. 실제 유역에서 종기침투 도달시간에 대한 영향은 하류부 침투 홍수량에 영향을 미치게 되므로, 각 재료에 대한 종기침투 도달시간이 길어질수록 침투 홍수량의 저감에 효과적일 것으로 판단된다. 또한, 초지와 다짐 흙의 경우에 우수유출저감에 유리할 것으로 판단된다.

#### 4. 결 론

본 연구 결과에 따른 분석을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 시간에 따른 강우강도별 침투량 및 침투율 분석 결과, 콘크리트와 아스팔트 포장, 다짐 흙, 초지표면의 경우 침투율은 시간에 따라 감소하였으나, 투수성 포장재의 침투율은 거의 일정하게 유지되었다. 또한 침투량의 크기는 투수성 포장재, 초지, 다짐 흙, 아스팔트 및 콘크리트포장의 순서로 나타났다.
- (2) 표면재료에 따른 종기 침투율 특성을 분석한 결과, 콘크리트와 아스팔트 포장 및 다짐 흙의 경우에는 30mm/hr에서 최대를 나타냈으며, 다짐 흙과 초지의 경우 약 13%에서 약 67%로 나타났으며, 초지의 경우 20mm/hr에서 최대 종기침투율이 발생하는 것은 초지 표면의 차단효과로 인하여 크게 발생하는 것으로 판단되었다.
- (3) 택지개발을 고려한 표면재료에 따른 침투율 분석 결과, 투수성 포장재의 경우 강우강도 200mm/hr 이하에서 약 93%이상의 침투율을 확보하는 것으로 나타났으므로 우수유출 저감시설의 표면재료로 투수성 포장재를 사용하는 것이 침투량 확보측면에서 가장 유리한 것으로 판단되었다.
- (4) 재료 표면별 종기침투 도달시간을 분석한 결과, 각 강우강도에서 초지가 전반적으로 가장 길게 나타났으며, 이러한 결과는 초지 재료의 차단효과에 의한 것으로 판단된다. 또한 투수성 포장재는 대부분 침투되어 종

기침투 도달시간이 빠르게 산정되는 것으로 판단된다. 실제 유역에서 종기침투 도달시간에 대한 영향은 하류부 침투 홍수량에 영향을 미치게 되므로, 각 재료에 대한 종기침투 도달시간이 길어질수록 침투 홍수량의 저감에 효과적일 것으로 판단된다.

이러한 결과는 우수유출저감시설의 기초자료로 활용될 수 있으며, 추후 더 많은 우수유출 저감시설의 하부 토질조건 및 기타 관련 인자에 대한 실험과 연구가 진행된다면, 보다 정확한 우수유출 저감시설의 침투량 산정 및 정량화를 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 각 재료별 시공성 및 비용측면에 관한 연구가 진행된다면 우수유출저감시설의 실제 시공 및 적용에 도움이 될 것으로 판단된다.

#### 참 고 문 헌

1. 김병훈, 강준구, 이재응, 여운광 (2002), 실험을 통한 투수성 포장재의 우수유출 저감 효과에 관한 연구, 2002년도 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 122~125.
  2. 심재현, 이철규, 이종국, 김진영 (2004), 침투통의 설치에 따른 치수효과 분석, 2004년도 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 51.
  3. 최계운, 정기일, 윤용진, 현지환 (2004a), 유역 침투-저류방식을 이용한 빗물이용시설의 효과 분석, 2004년도 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 214~217.
  4. 최계운, 최종영, 조준범 (2003), 우수저류장치의 표층 상태에 따른 유출저감효과 분석, 2003년도 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 289~292.
  5. 최계운, 최종영, 김석봉 (2004b), 우수유출수의 도시하천 유지유량 활용을 위한 지하저류시스템 개발, 한국수자원학회 논문집, Vol. 37, No. 2, pp. 163~172.
  6. Fletcher, T.D., Wong, T.H.F., Duncan, H.P., Coleman, J.R. and Jenkins, G.A. (2001), "Managing Impacts of Urbanisation on Receiving Waters: A Decision-making Framework", *Proceedings of the 3rd Australian Stream Management Conference*, Brisbane, 27-29 August, 2001, pp. 217~223.
  7. Taylor, A.C. (2005), "Structural Stormwater Quality BMP Cost - Size Relationship Information From the Literature", *Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology*, Melbourne, Victoria, pp. 200~217.
  8. Wong, T.H.F. (2000), "Improving Urban Stormwater Quality - From Theory to Implementation, Water", *Journal of the Australian Water Association*, Vol. 27, No. 6, November/December, 2000, pp. 28~31.
  9. Wong, T.H.F, Duncan, H.P., Fletcher, T.D. and Jenkins, G.A. (2001), "A Unified Approach to Modelling Urban Stormwater Treatment", *Proceedings of the 2nd South Pacific Stormwater Conference*, Auckland, New Zealand, 27 - 29 June 2001, pp. 319~327.
- (접수일: 2007. 7. 26 심사일: 2007. 8. 24 심사완료일: 2007. 9. 17)