

침투정·침투트렌치 적용시 유출저감효과 모의

- 공동주택단지를 대상으로 -

Analysis of the Runoff Reduction Effect by applying Infiltration Barrel & Infiltration Trench in Apartment Complexes

안성식* , 김진홍**

Sung Sik Ahn , Jin Hong Kim

요 지

최근 도시 및 단지 개발시 자연적인 물순환체계 구축에 대한 관심과 수요가 증가하고 있는 추세이다. 서울시를 비롯한 각 지자체에서도 빗물관리시설 적용과 관련된 조례를 제시하고 있으며, 건교부나 환경부에서도 수자원의 확보와 복원을 위한 빗물관련 법규 제정의 움직임을 보이고 있다. 또한 일부 지자체들은 도시 및 단지 개발시 빗물관리시설의 적용을 전제로 사업승인을 하는 등 수자원확보와 수순환복원을 위해 빗물관리에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 최근 문제시되는 물부족 현상에 대비해 대체수자원으로써 빗물의 저류와 침투를 통한 직·간접적인 활용은 수자원 확보에 있어 하나의 대안이 될 수 있다.

이에 본 연구에서는 공동주택단지를 대상으로 하여 빗물관리시설중 침투정과 침투트렌치 적용에 따른 유출저감효과를 분석하였다. 본 연구에서는 대상지점으로 표준이 될 수 있는 공동주택단지를 선정하고, 대상지점 내 적용이 가능한 곳에 기존 집수정과 우수관을 대신하여 침투정과 침투트렌치를 가상으로 적용하였다. 침투정과 침투트렌치는 표준의 것을 적용하는 것으로 하고, ‘빗물저류침투기술협회(日)’의 시설별 설계침투량 계산을 통해 침투정과 침투트렌치 적용에 따른 대상지점에 우수유출량을 합리식으로 계산하였다. 그리고 대상지점의 개발전 유출량과 개발후 유출량(집수정, 우수관적용), 개발후 유출량(침투정, 침투트렌치적용)의 비교를 통해 빗물관리시설의 적용에 따른 유출저감효과를 분석하였다.

핵심용어 : 침투정, 침투트렌치, 공동주택단지, 설계침투량, 유출저감

1. 서론

지난 십수년간 급격한 도시화 과정에서 우리는 홍수로부터 안전하기 위해 빗물을 최대한 빨리 배제하여야 하는 대상으로 인식하고 있었다. 개발과정에서 불투수면이 증가하고 중앙집중식의 빠른 배수시설의 적용 등이 빗물의 자연적인 순환과정을 파괴시킨 것이다. 그러나 최근 선진 외국의 사례와 인식의 전환 등을 통해 자연적인 물순환체계 구축에 대한 관심과 수요가 증가하고 있는 추세이다. 서울시를 비롯한 각 지자체에서는 빗물관리시설 적용과 관련된 조례를 제시하고, 환경

* 정회원 · 중앙대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : ahnss77@hanmail.net

** 정회원 · 중앙대학교 토목공학과 교수 · E-mail : jinhkim@cau.ac.kr

부, 건교부와 같은 정부부처에서도 빗물관련 법규 제정의 움직임이 보이고 있다.

지난 '05년 말 기준으로 건교부에서 발표한 전국 주택현황을 보면 총 13,223천 가구 중 약 66%인 8,750천 가구가 단독주택을 제외한 아파트, 연립 등의 공동주택이다. 최근 증가추세에 있는 공동주택을 감안한다면 이 비율을 더 높아질 것으로 예상된다. 따라서 공동주택을 대상으로 하는 빗물관리시설의 적용은 이제 필수적이라고 판단된다.

이에 본 연구에서는 경기도 내 C단지를 대상지점으로 선정하고, C단지를 대상으로 하여 빗물관리시설 중 침투정과 침투트렌치 적용시 개발전 유출량과 개발후 유출량(집수정, 우수관 적용), 개발후 유출량(침투정, 침투트렌치 적용)의 비교를 통해 유출저감효과를 분석하였다.

2. 대상지점의 선정

본 연구에서는 대상지점으로 경기도 내 C지구 1BL를 선정하였다. '07년 7월 입주 시작한 대상 단지는 대지면적 21,645㎡에 총 7개동 506세대에 주민체육시설, 휴게소 등을 갖춘 공동주택단지이다. C지구는 북동쪽에 양호한 수림을 갖춘 산이 위치해 있고, 녹지자연도 6등급 이하의 수림대가 개발지구와 연계되어 있다. 지구 중앙에는 남동쪽으로 관류하는 C천이 유하하고 있다. 사업지구 내 배수는 대부분 최단경로를 통해 C천 양안으로 유입된다. C천은 유역면적 6.75km², 유로연장 6.20 km, 유역평균폭 1.088km인 하천으로 본류인 H천으로 유입된다.

3. 유출저감효과 분석

3.1 침투정·침투트렌치 적용

대상지점에 기존 우배수시설인 집수정과 우수관을 대신하여 침투정과 침투트렌치를 가상으로 적용해 보았다. 단지 내 우수관은 횡주관(D200), 연락관(D200, D300), 흡관(D450, D600)이 있으며 각각의 총 연장은 347.1m, 141.6m, 824.0m 이다. 집수정(0.45×0.45×1.2)과 우수맨홀(D900, D1200)은 각각 6개소와 43개소가 있다. 이렇게 기 적용된 우수배수시설에 대해 기존의 배수체계를 유지하면서 같은 통수단면을 갖는 침투정과 침투트렌치의 적용을 예상해 보았다.

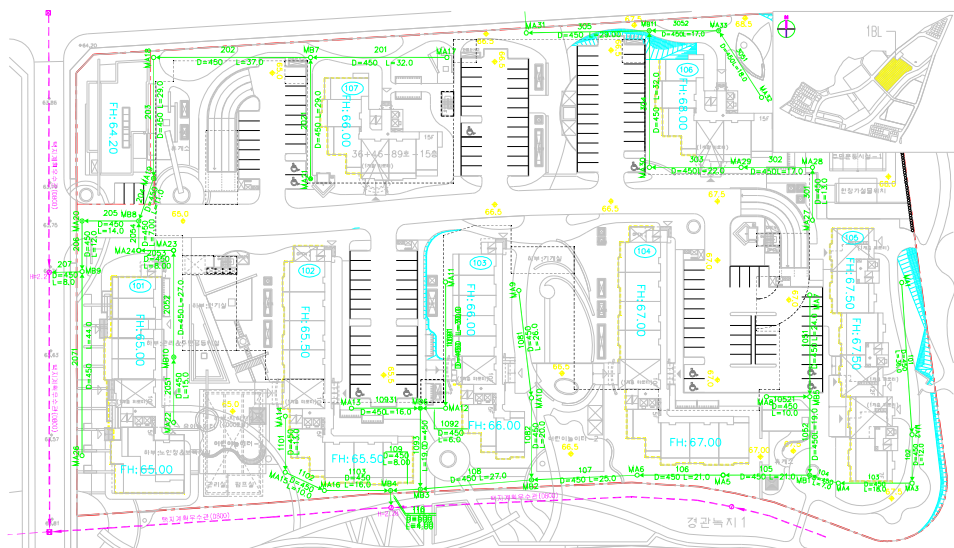


그림 1. 대상지점 우수계획평면도

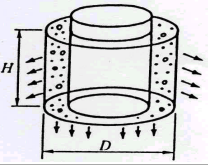
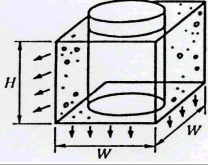
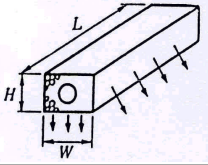
3.2 설계침투량 계산

빗물저류침투기술협회(日)의 설계자료를 바탕으로 침투정과 침투트렌치의 단위설계침투량을 계산하였다. 설계침투량(Q_f)은 비침투량(k_f)을 기본으로하여 비침투량과 투수계수를 곱한 기준침투량(Q_t)을 산정한후 각종 영향계수를 고려하여 산정한다.

가. 비침투량(k_f)

비침투량은 아래 표 1을 참고하여 시설의 형상 및 크기에 따라 결정한다.

표 1. 시설별 비침투량(k_f) 산정식

| 시설 | | 원통형 침투정 | | 정방형 침투정 | | 침투트렌치 |
|-------|------|---|------------------------------------|--|-----------------------------------|---|
| 모식도 | |  | |  | |  |
| 적용 범위 | 설계수두 | 약 1.5m | | 약 1.5m | | 약 1.5m |
| | 시설규모 | 0.2m≤직경≤1m | 1m<직경<10m | 폭≤1m | 1m<폭≤1m | 폭 약1.5m |
| 기본식 | | $K=aH^2+bH+c$ H:설계수두(m) D:시설직경(m) | $K=aH+b$ H:설계수두(m) D:시설직경(m) | $K=aH^2+bH+c$ H:설계수두(m) W:시설직경(m) | $K=aH+b$ H:설계수두(m) W:시설폭(m) | $K=aH+b$ H:설계수두(m) W:시설폭(m) |
| 계수 | a | 0.475D+0.945 | 6.244D+2.853 | 0.120W+0.985 | $-0.453W^2+8.298W+0.753$ | 3.093 |
| | b | 6.07D+1.01 | $0.93D^2+1.606D-0.773$ | 7.837W+0.82 | $1.458W^2+1.27W+0.362$ | 1.34W+0.677 |
| | c | 2.570D-0.188 | - | 2.858W-0.283 | - | - |

나. 기준침투량(Q_t)

기준침투량은 비침투량과 투수계수의 곱으로 구할 수 있다. 여기서 Q_t 는 기준침투량(m^3/hr), Q_t 는 시험시설의 중기침투량, K_f 는 설치시설의 비침투량, K_t 는 시험시설의 비침투량, K_0 는 토양의 포화투수계수(m/hr)이다.

$$Q_t = Q_t / K_t \times K_f = K_0 \times K_f$$

다. 단위설계침투량(Q_f)

단위침투량은 기준침투량과 각종 영향계수의 곱으로 구할 수 있다. 영향계수에는 지하수위, 눈막힘이 주요 고려 대상이며, 지하수위에 대한 영향계수 0.9와 눈막힘에 의한 영향계수 0.9를 고려하여 영향계수(C)는 0.81을 적용한다.

$$Q_f = Q_t \times C$$

3.3 유출저감효과 분석

대상지점의 개발전 유출량과 개발후 유출량(집수정, 우수관 적용), 개발후 유출량(침투정, 침투트렌치 적용)의 비교를 통해 빗물관리시설의 적용에 따른 유출저감효과를 분석하였다. 대상지점의 개발전 유출계수는 해당지구가 논, 밭, 산지 등이었던 점을 감안하여 0.55, 개발후에는 건축물 및 주차장 등의 불투수면에는 0.85, 녹지 및 구릉지 등에는 0.3을 적용하였다. 본 연구에서는 U시 하수도 정비 기본계획변경(안)에 준하여 강우강도는 '1 0 - $\frac{264.29}{0.85}$ 을 사용하였다. t 는 유달시간으로 7

분으로 하고 강우강도 $I_{10}=103.32\text{mm/hr}$ 를 유출량 산정에 적용하였다. 유역면적을 구분하여 보면, 총 $21,645\text{m}^2$ 중 불투수성 면적은 $12,773\text{m}^2$ 이고, 투수성 면적은 $8,872\text{m}^2$ 이다.

합리식에 의한 개발전·후 유출량은 개발전 $0.342\text{m}^3/\text{sec}$ 에서 개발후 $0.389\text{m}^3/\text{sec}$ 로 약 12% 정도 유출량이 증가하였다.

표 2. 유입시간의 표준치

| 우리나라에서 일반적으로 사용되고 있는 유입시간 | | 미 국 토 목 학 회 | |
|---------------------------|---------|-------------------------|----------|
| 인구밀도가 큰 지역 | 5 분 | 완전포장 및 하수도가 완비된 밀집지구 | 5 분 |
| 인구밀도가 적은 지역 | 10 분 | | |
| 평 균 | 7 분 | 비교적 경사도가 적은 발전지구 | 10 ~ 15분 |
| 간 선 오 수 관 거 | 5 분 | | |
| 지 선 오 수 관 거 | 7 ~ 10분 | 평지의 주택지구 | 20 ~ 30분 |

하수도 시설기준

D200~D600의 우수관을 대신하여 적용한 침투트렌치는 투수관 주변으로 0.15m 쇠석을 충전하고, D900, D1200 집수정은 침투정으로 대신하여 본체 주변으로 0.20m 쇠석을 충전하였다. 각각의 적용된 시설에 대한 단위설계침투량과 적용에 따른 총설계침투량은 아래 표 3과 같다.

표 3. 침투정과 침투트렌치 적용에 따른 설계침투량

| 구분 | | 적용 | 단위설계침투량(m^3/hr) | 총설계침투량(m^3/hr) |
|-------|-------|--------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 침투정 | D900 | 31EA | 0.328 | 10.175 |
| | D1200 | 18EA | 0.410 | 7.371 |
| 침투트렌치 | D200 | 388.5m | 0.084 | 32.785 |
| | D300 | 100.2m | 0.097 | 9.750 |
| | D450 | 820.0m | 0.117 | 95.693 |
| | D600 | 4.0m | 0.136 | 0.544 |
| 합계 | | | 1.172 | 156.319 |

단지 개발에 있어 개발후 유출량이 개발전과 비교시 약 12% 증가하여, 개발후에는 시간당 약 170m^3 의 우수유출량이 증가하였다. 대상지점에 침투정과 침투트렌치 적용에 따른 우수침투효과를 보면 총 침투량은 $156.319\text{m}^3/\text{hr}$ 로 나타나고 있다. 따라서, 단지 건설로 인해 개발후 증가하는 시간당 약 170m^3 의 우수유출량은 침투정과 침투트렌치를 적용함으로써 $156.319\text{m}^3/\text{hr}$ 는 지중으로 침투시킬 수 있다. 개발전과 비교시 우수유출량의 증가가 거의 없으며 이는 침투정과 침투트렌치를 공동주택단지에 적용함으로써 10년 빈도 강우를 기준으로 할 때 증가하는 유출량을 충분히 제어할 수 있다는 것으로 판단된다.

표 4. 대상지점의 개발전·후 유출량 비교

| | 개발전 | 개발후 (집수정, 우수관) | 개발후 (침투정, 침투트렌치) |
|-------------------------------|---------|-------------------|---------------------|
| 유출량(m^3/hr) | 1231.20 | 1400.40 | 1244.08 |
| 증감(%) | - | ▲12.08 | ▲1.04 |

4. 결론

본 연구에서는 공동주택단지를 대상으로 하여 침투정과 침투트렌치 적용에 따른 유출저감효과를 시설별 설계침투량을 계산하는 방법을 통해 분석하였다. 단지 건설로 인해 개발전에 비해 개발 후 유출량(집수정, 우수관 적용)은 약 시간당 170m³(12%) 증가하였다. 그러나 기존의 우수배수시설 대신 침투정과 침투트렌치로 적용하였을 경우 개발후 유출량(침투정, 침투트렌치 적용)은 시간당 13m³(1%) 증가하여 개발전과 유사한 물수지를 보여준다. 이는 별도의 추가적인 시설을 적용하지 않고 기존시설을 침투시설로 대체하는 것만으로도 충분히 단지내 빗물관리가 가능하다는 것을 보여주는 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 대한주택공사 주택도시연구원(2007). 공동주택단지 우수관리 기반시스템 적용 방안.
2. 한국하수도협회(2005). 하수도시설기준.
3. 현경학 외 5인(2007). 공동주택단지 분산식 빗물관리시설의 적용 효과, 주택도시 제90호.
4. 현경학 외 5인(2006). 주거단지 빗물관리, 경남물포럼 2006.
5. 雨水貯留浸透技術協會(1995). 雨水浸透施設技術指針(安) 調査・計劃編.