



# 홍수도달시간과 임계지속시간의 개념 비교(Ⅱ)

심재현 (국립방재연구소 방재연구관)

조원철 (연세대학교 토목공학과 교수)

발  
리  
기  
말  
씀

본고는 최근 행정자치부에서 시행하고 있는 재해영향평가제 뿐만 아니라 각종 치수 목적용 수공구조물의 설계에 필수적인 선행요건인 설계강우의 지속시간 산정에 사용되고 있는 홍수도달시간의 개념과 공식 및 문제점 등을 살펴 보고, 합리적인 지속시간 산정을 위해 사용할 수 있는 임계지속시간의 개념과 적용에 대해 살펴보고자 하는 데 목적이 있습니다.

특히 홍수도달시간 산정공식의 문제점과 임계지속시간 산정을 위한 전제조건과 산정방식 등을 검토함으로써 실무자들의 업무에 도움을 드리고자 본 원고를 생각하게 되었는데, 다루고자 하는 분량이 1회분의 원고로는 너무 많고 개념정립부터 적용에 이르기까지 여러 단계에 대한 검토가 있어야 하기 때문에 부득이 3회 분량으로 내용을 정리하고자 합니다.

## · 차 례 ·

### 1. 머리말

#### 2. 홍수도달시간에 대한 고찰

- 2.1 유역반응시간의 개념
- 2.2 유역반응시간의 개념확립
- 2.3 홍수도달시간 공식 검토
- 2.4 홍수도달시간 공식의 표준화
- 2.5 비교고찰

#### 3. 임계지속시간에 대한 고찰

- 3.1 임계지속시간의 개념
- 3.2 임계지속시간의 기준별 특성분석
- 3.3 임계지속시간의 개념 표준화
- 3.4 비교고찰

#### 4. 실제 유역에의 적용

- 4.1 적용 유역특성
- 4.2 홍수도달시간 적용결과
- 4.3 임계지속시간 적용결과
- 4.4 비교고찰

#### 5. 결 론

## 3. 임계지속시간에 대한 고찰

### 3.1 임계지속시간의 개념

강우강도-지속시간-설계빈도(Intensity-Duration-Frequency : IDF)곡선에서 계획강우를 얻고자 할 때 강우의 지속시간에 대한 결정은 매우 중요한 인자로서, 지금까지 대부분의 설계에 있어서는 합리식을 사용하여 최대평균강우강도가 발생하는 시간을 설정하였으며, 일반적으로는 평균강우강도에 해당하는 홍수도달시간을 강우의 지속시간으로 설정하여 사용하였다.

그러나 Debo(1995)는 이러한 기존의 설계방식에 있어 아래와 같은 두 가지 문제점을 제시한 바 있다.

① 불투수성 면적이 매우 많은 지역에 있어 전체 유역면적에 의해 강우의 영향을 받는 시간(기존 홍수도달시간의 개념)보다 더 큰 침투유량이 발생할 가능성이 매우 크다. 따라서 특정 수공구조물의 설계를 위해서는 해당 구조물의 목적을 충분하게 반영한 설계가 필요하며, 이를 위해 다양한 홍수도달시간의 변화에 따른 강우지속시간을 산정하여 비교하여야 한다.

② 특히 배수시스템을 설계하는 데 있어 지표면 흐름(overland flow)의 경로가 개발 전, 후에 따라 달라지므로 흐름경로에 대한 검토가 반드시 고려되어야 하며, 도시구역에 있어서는 100ft, 농촌구역에 있어서는 300ft 이상의 경로는 유역을 세분화하면서 검토하여야 한다.

여기서 첫 번째 문제점은 기존 합리식의 적용 제한성, 도달시간의 다양성과 산정문제 등에 의해 나타나는 것으로 사료되며, 두 번째 문제는 기존의 미계측 유역에서 개발사업으로 인해 변화되는 수문학적 인자들이 설계에서 적절하게 반영되지 못할 경우 나타나는 것으로 파악할 수 있다.

임계지속시간은 위의 문제점중 첫 번째 문제점을 해결하기 위한 것으로서 아래와 같이 정의할 수 있다.

임계지속시간(critical storm duration)이란 설계강우에 의해 발생하는 유출량이 강우의 시간적 분포에 따라 변화되는 점을 고려하여 기존의 홍수도달시간을 강우의 지속시간으로 설정하는 고전적인 개념에서 벗어나, 설계하고자 하는 수공구조물의 특성에 따른 설계 유출량을 파악하고자 하는 시도에서 비롯된 개념이다.

즉, 설계하고자 하는 구조물이 홍수시 유출량을 저류하고자 하는 저류지이거나, 설계호우에 대한 침두유량을 소통시켜야 하는 하수관거, 방류구조물일 경우 설계강우에 의해서도 강우의 지속시간에 따라 유출총량과 침두유량이 변화되므로 구조물의 목적에 따라 최대값을 보이는 강우사상을 설정하게 된다.

그러나 임계지속시간은 해당 유역의 토양 및 토지이용도 특성, 강우의 시간적 분포, 적용 유출모형의 특성 등에 따라 변화되기 때문에 전세계적으로도 확정적인 설계과정이나 공식이 제안되지는 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 고에서는 국내외적으로 임계지속시간에 관련하여 발표된 연구들을 고찰해보고 재해영향평가제의 취지에 적절한 임계지속시간 산정방법에 대해 그 기준을 제안해보고자 한다.

### 1) 이재준 등의 연구(1993)

이 연구는 우수관거의 설계시 계획강우의 임계지속시간을 결정하기 위한 것으로서 침두유량이 발생하는 시간을 임계지속시간으로 설정하였다.

이를 위해 가정한 전제조건으로 강우의 시간적 분포는 Huff의 4분위법을, 적용 지속시간은 20, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 분 등 9개를 사용하였다. 또한 적용 유출모형은 ILLUDAS를 사용하여 서울특별시 관내 18개 우수지 배수구역을 적용하였다.

연구결과로는 Huff의 제1분위~제4분위 변화에 따른 침두유량의 변화, 유역면적과 침두유량의 변화 등을 살펴보았다.

그 결과 침두유량을 보이는 지속시간은 30, 60분이 가장 컸고, 강우의 시간분포로는 제1, 3분위가 제2, 4분위에 비해 침두유량이 컸으며, 제1분위형이 다른 분위형에 비해 최대침두유량이 발생하는 지속시간이 길어지는 경향이 있음을 보이고 있다. 특히 하수관거 설계시 임계지속시간의 설정에 참고가 되도록 침두유량-집수면적-임계지속시간의 관계도를 서울특별시에 대해 제시하였다.

### 2) 이종태 등의 연구(1993)

이 연구는 우수지 배수펌프장의 설계를 위한 임계지속시간과 이에 따른 우수지와 배수펌프장의 규모를 추정하고자 한 것으로 총유출량이 최대가 되는 시점을 임계지속시간으로 설정하였다. 그러나 IDF곡선상에서 강우의 지속시간이 길어질수록 총유출량이 계속적으로 증가하기 때문에 총유출량에 대한 최대저류량의 비인 저류비라는 개념을 도입하여 임계지속시간을 결정하였다.

이를 위해 가정한 전제조건으로 강우의 시간적 분포는 Huff의 4분위법을, 적용 지속시간은 20, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 분 등 9개를 사용하였다. 또한 적용 유출모형은 ILLUDAS를 사용하여 서울특별시 관내 18개 우수지 배수구역을 적용하였다.

적용결과 30, 60분의 지속시간에서 임계지속시간이 나타났으며, 강우의 시간분포로는 제2, 3분위가 제

1. 4분위에 비해 저류비가 컸다.

특히 배수펌프장의 최대 토출능력에 대한 유입수문곡선 침투유입량의 비인 침투입출비와 최대저류비간의 회귀식을 제안하였다.

### 3) 영국 Institute of Hydrology의 방식(Hall et al., 1993)

저류지 용량의 결정에 있어 사용하는 방식으로, 현지저류와 현지의 저류의 경우로 나누어 임계지속시간을 결정하는 방식을 제안하고 있다.

여기서 현지저류(on-stream)는 비홍수기시에도 유량이 저류지를 관통하는 경우를 의미하며, 현지의 저류(off-stream)는 비홍수기시에는 유량이 저류지로 흐르지 않는 경우를 의미한다.

설정된 개발이후의 유황에 대한 여러 가지 수문곡선을 사용하여 필요한 최대저류용량(maximum storage requirement)을 구하기 위하여 적절한 임계지속시간을 결정하게 되는데, 이때 주의할 점은 계획하고 있는 저류지가 현지 저류(on-stream)인 경우는 개발 이후의 수문곡선의 시점에서부터 직선을 이어서 수문곡선의 하강부(recession limb)와의 교점이 개발 이전의 수문곡선의 침투유량과 일치하는 점이 해당 수문사상에 대한 임계지속시간이 되며, 직선의 위 부분에 대한 용량이 필요한 저류용량이 된다.

이에 반해 현지의 저류(off-stream)인 경우는 대부분 구조물에 의해 유입량이 조절되기 때문에 최대방류량에 해당하는 직선을 긋고 이때 직선 위의 양이 최

대가 되는 수문곡선을 선정하는 것이 적절하다.

이러한 두 가지 종류의 임계지속시간 산정방식을 그림으로 그리면 <그림 1>과 같다.

따라서 현지 저류지의 용량을 설정하기 위해서는 수치계산이 필요하며 이때 중요한 결정인자는 저류지의 용량이지만 유입수문곡선과 유출수문곡선의 침투유량의 지체효과를 목적으로 하고 있으며, 현지의 저류지는 개발에 의해 증가하는 침투유출량에 대한 조절을 목적으로 하고 있다.

### 4) Chen과 Wong의 연구(1993)

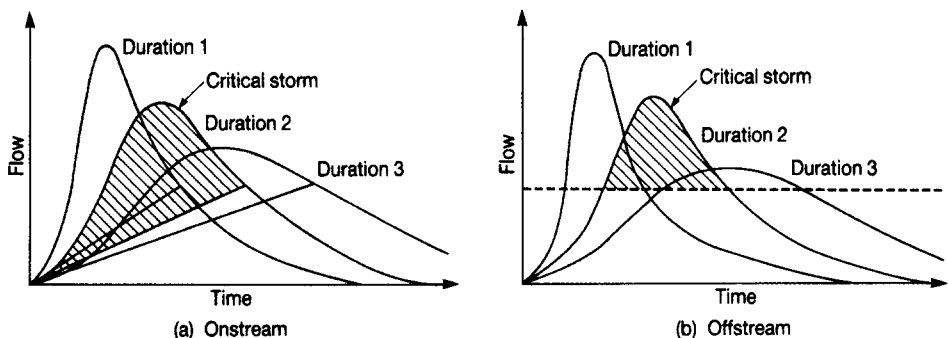
개발상황에 따라 기존의 홍수도달시간보다 짧은 지속시간에서 침투유량이 발생하는 경우를 고려하여, 유역의 세분화에 의한 영향(partial-area contribution)에 따른 침투유량의 변화를 고려한 임계지속시간을 산정하는 방식을 수식으로 개발한 연구로서, 아래와 같은 홍수도달시간을 전제하면서 수식을 전개하고 있다.

$$t_0 = \left( \frac{0.21 L_0^2 f}{S i_n} \right) \quad (1)$$

여기서  $L_0$ 는 지표면 하도길이(m),  $f$ 는 Darcy-Weisbach의 마찰계수,  $S$ 는 지표면 경사,  $i_n$ 는 유효강우강도(mm/hr)이다.

또한 계수  $f$ 는 Reynolds수와 아래의 관계가 있다.

$$f = \frac{C}{R^k} \quad (2)$$



<그림 1> 현지 및 현지의 홍수조절 저류지의 임계지속시간 결정방식

여기서 C, k는 상수이며, Reynolds수는 강우와 유출의 평형이 된 상태에 대한 유역 하구부에서의 흐름과 관계가 있으므로 아래의 관계식이 성립된다.

$$R = \frac{1}{K} \left( \frac{i_n L_0}{\nu} \right) \quad (3)$$

여기서  $K=3.6 \times 10^6$ 이며,  $\nu$ 는 물의 동점성계수(kinematic viscosity :  $m^2/sec$ )이다. 식(2)와 식(3)을 (1)에 대입하면 아래의 공식이 성립된다.

$$t_0 = \left( \frac{0.21 (K\nu)^k C L_0^{2-k}}{S i_n^{1+k}} \right)^{1/3} \quad (4)$$

여기서  $k=0$ 이면 흐름이 난류인 경우이며,  $k=1$ 이면 층류인 경우이다.

또한 주어진 설계빈도에서 유효강우강도(net rainfall intensity)  $i_n$ 은 유효강우의 지속시간(net rainfall duration)  $t_n$ 과 다음과 같은 관계가 있다.

$$i_n = a_n t_n^{-b_n} \quad (5)$$

여기서  $a_n, b_n$ 은  $t_n$ 의 함수이다.

유역의 침투율  $f_i$ 가 결정되어 있는 경우 아래의 식을 사용하여 유효강우강도(net intensity)  $i_n$ 을 구할 수 있다.

$$i_n = i - f_i \quad (6)$$

윗 식에 의해 유역을 세분화한 경우의 각 세분화된 유역에 대한 유효 강우량에 대한 곡선을 분리할 수 있으며, 이에 따라  $a_n, b_n$ 을 구하게 된다.

전체 유역에 대한 설계강우강도  $i_0$ 는 식(4)의  $t_0$ 와 (5)식의  $t_n$ 을 사용하여  $i_n$  대신에  $i_0$ 를 대입하면 아래의 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$i_0 = \left\{ \frac{a_{n0}^{1/b_{n0}}}{\left( \frac{0.21 (K\nu)^k C L_0^{2-k}}{S} \right)^{1/3}} \right\}^{3b_{n0}/(3-(1+k)b_{n0})} \quad (7)$$

여기서  $a_{n0}, b_{n0}$ 는  $i_n = i_0, t_n = t_0$ 일 때의 값이

며,  $q_0 = i_0 L_0 / K$ 인 관계를 사용하여 윗 식을 단위 폭당 유량으로 환산하면 아래의 식이 된다.

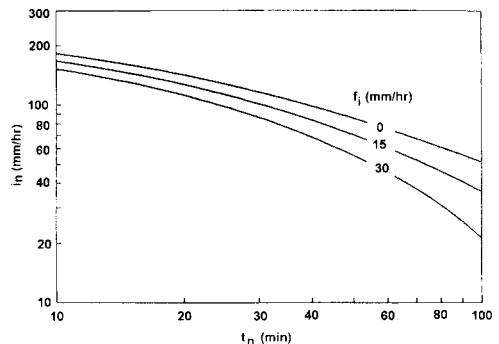
$$q_0 = \frac{1}{K} \left\{ \frac{a_{n0}^{1/b_{n0}} L_0^{(1-b_{n0})/b_{n0}}}{\left( \frac{0.21 (K\nu)^k C}{S} \right)^{1/3}} \right\}^{3b_{n0}/(3-(1+k)b_{n0})} \quad (8)$$

세분화된 유역에 대한 하도길이  $L_p (L_p < L_0)$ 에 대해서도 윗 식을 사용하여 구할 수 있으며,  $f_i = 0, 15, 30$  mm/hr에 대한 Singapore의 IDF곡선과 강우지속시간에 따른  $a_n, b_n$ 의 변화는 <그림 3>과 같다.

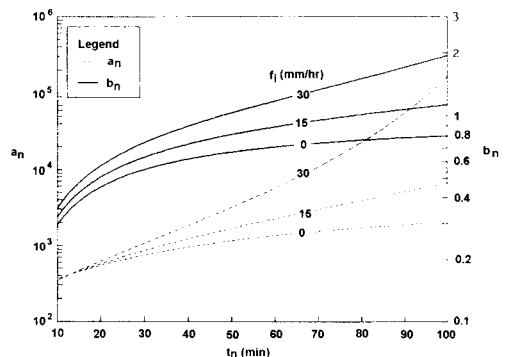
또한 무차원비인  $q^* = q_p / q_0, t^* = t_p / t_0$ 에 따른 유량의 변화는 <그림 4>와 같다.

#### 5) Meynink 등의 연구(1976)

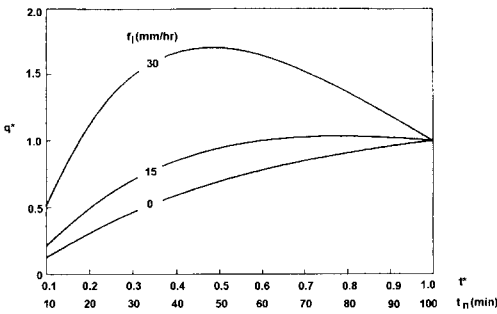
강우자료로부터 설계홍수량을 산정할 때 설계강우의 지속시간을 결정하기 위해 시행착오법(trial and



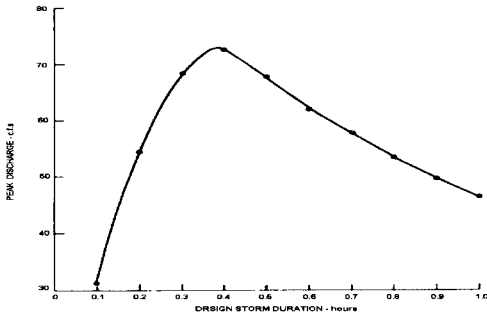
<그림 2> Singapore의 침투율에 따른 5년 빈도 IDF 곡선



<그림 3> 강우지속시간에 따른  $a_n, b_n$ 의 변화



〈그림 4〉 시간비에 따른 유량비의 변화



〈그림 5〉 강우지속시간에 따른 첨두유량의 변화

error procedure)을 하게 되는데, 이 연구에서는 이를 해석적인 방법(analytical expression)을 사용하여 다양한 호우 특성에 따른 순간단위도(IUH)를 산정하는 공식을 제안하였다. 일반적으로 강우의 지속시간과 첨두유량간에는 〈그림 5〉와 같은 특성이 나타난다.

D시간 단위도는 아래의 식과 같이 순간단위도를 사용하여 구할 수 있다.

$$U(D, t) = \frac{1}{D} \int_{t-D}^t U(0, t) dt \quad (1)$$

여기서 U(D,t)는 D시간에서의 단위도 종거를 의미한다. 따라서 유출량은 아래의 식으로 구하게 된다.

$$V(t) = \int_0^t U(0, t) dt \quad (2)$$

따라서 식 (1)과 (2)를 결합하면 D시간 단위도는 아래와 같이 구할 수 있다.

$$U(D, t) = \frac{1}{D} \{V(t) - V(t-D)\} \quad (3)$$

D시간동안 일정하게 발생한 강우에 대해 첨두유량은  $t=t_p$ 에서 발생하며, 이때 아래의 식이 성립된다.

$$\frac{dU(D, t_p)}{dt} = 0 \quad (4)$$

식(1)을 시간 t에 대해 미분함으로써 D시간 단위도의 첨두시간  $t_p$ 는 아래 식의 해를 구하여 얻을 수 있으며, 이를 그림으로 나타내면 아래와 같다.

$$U(0, t_p) - U(0, t_p - D) = 0 \quad (5)$$

D시간동안 초과강우량 R이 균등하게 발생하였다고 가정할 때 첨두유량은 아래 식과 같다.

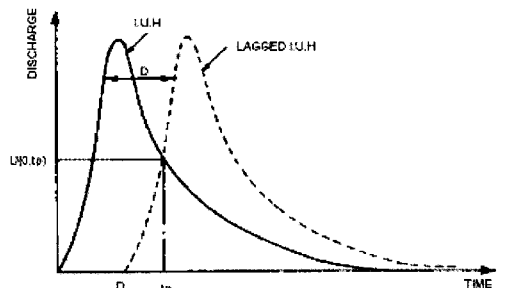
$$Q_p = (R/1) \cdot U(D, t_p) \quad (6)$$

또한 강우지속시간 T시간 동안의 평균 유효강우강도  $i_T$ 에 대해 침투율 f를 고려하면 아래 식이 성립된다.

$$Q_p = D \cdot (i_T - f) \cdot U(D, t_p) \quad (7)$$

첨두유량은 아래 식이 성립될 때 최대가 되며, 이를 (7)으로 변환하여 미분하면 식(9)가 성립된다.

$$\frac{dQ_p}{dD} = 0 \quad (8)$$



〈그림 6〉 첨두시간의 도식적인 결정

$$\left\{ \frac{d}{dD} U(D, t_p) \right\} / U(D, t_p) = \left\{ - \frac{d}{dD} [D \cdot (i_T - f)] \right\} / [D \cdot (i_T - f)] \quad (9)$$

식(3)을 D에 대해 미분하면 아래의 식이 성립된다.

$$\frac{d}{dD} U(D, t_p) = \frac{1}{D} \cdot U(0, t_p - D) - \frac{1}{D^2} [V(t_p) - V(t_p - D)] \quad (10)$$

식(5)에서  $t=t_p$ 일 때  $U(0, t_p) = U(0, t_p - D)$  이므로 식(10)을 사용하면 식(9)의 좌항은 아래의 식과 같이 변환할 수 있다.

$$\left\{ \frac{d}{dD} U(D, t_p) \right\} / U(D, t_p) = \frac{U(0, t_p)}{D \cdot U(D, t_p)} - \frac{1}{D} \quad (11)$$

만약 침투율  $f$ 가 일정하고 설계강우강도  $i_T$ 가 강우 지속시간  $T$ 의 함수라 하면  $D$ 시간은  $T$ 와  $i_T$ 로 나타낼 수 있고 초기손실  $IL$ (initial loss)로 가정할 수 있다.

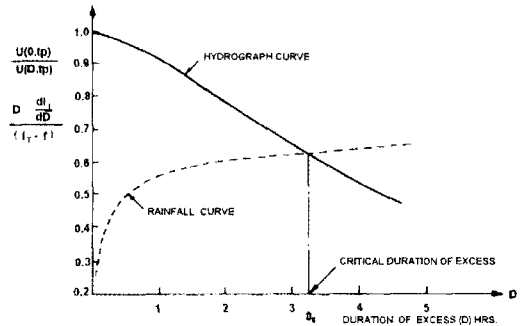
$$\frac{d(D \cdot i_T - f)}{dD} = D \cdot \frac{di_T}{dD} + (i_T - f) \quad (12)$$

식(12)에 식(9)의 좌항을 대입하면 아래의 식이 성립된다.

$$\left\{ - \frac{d}{dD} U[(D(i_T - f))] \right\} / [D \cdot (i_T - f)] = \left\{ \left( - \frac{di_T}{dD} \right) / (i_T - f) \right\} - \frac{1}{D} \quad (13)$$

식(11)의 좌항과 식(13)을 같다고 하면 아래의 식인 초과강우량에 대한 임계지속시간 산정공식이 성립된다.

$$\frac{U(0, t_p)}{U(D, t_p)} = (-D \cdot \frac{di_T}{dD}) / (i_T - f) \quad (14)$$



〈그림 7〉 식(14)의 도해적인 개념

### 3.2 임계지속시간의 기준별 특성분석

이상에서 파악한 바와 같이 국내외적으로 기존의 연구를 살펴보면 임계지속시간에 대한 개념은 크게 동일한 IDF관계식으로부터 첨두유출량이 최대로 발생하는 강우지속시간과 유출량이 최대로 발생하는 강우지속시간으로 분류할 수 있으며, 이들의 수문학적 특성은 기준별로 다음과 같다고 볼 수 있다.

#### 1) 첨두유출량의 최대치 기준

대부분의 연구가 이에 해당하며, 이재준 등(1993)의 연구에서는 하수관거의 소통용량 산정을 위해 실제 유역에 대해 적용한 결과를 수록하고 있는 데 비해, Cheng과 Wong(1993)은 새로운 홍수도달시간의 전개에서부터 임계지속시간을 산정하는 공식의 제안을, Meynink(1976) 등의 연구는 kinematic wave 이론을 이용하여 가상적인 유역에 대한 적용을 위한 단위도의 개발과 임계지속시간의 수식적인 전개에 초점을 두고 있다. 이러한 연구로는 본 고에서 수록한 논문 이외에도 Schmid의 연구(1997) 등이 있다.

이러한 내용들을 정리해볼 때 첨두유출량이 발생하는 시간을 임계지속시간으로 설정하는 방식은 해당 수공 구조물의 용도가 하류로의 방류량 조절, 홍수량 소통 등과 같은 치수용도일 경우에 적합한 것으로 파악할 수 있다.

#### 2) 총유출량의 최대치 기준

이와 관련된 기존의 연구로는 우수지 및 배수펌프

장의 설계에 대한 이종태 등(1993)의 연구와 영국의 수문연구소(Institute of Hydrology)의 FSSR No.14 (Flood Studies Supplementary Report No.14)의 저류지 설계에 대한 해석절차 등이 있는 것으로 파악된다.

침투유량과 마찬가지로 유출량이 최대로 발생하는 시간을 실제적으로 설정하기란 매우 곤란한 것으로 생각된다. 이는 IDF관계식에서 강우의 지속시간이 증가할수록 총강우량이 증가하기 때문이다.

따라서 이종태 등(1993)의 연구에서는 총유출량에 대한 최대 저류량의 비인 저류비 개념을 사용하였으며, 영국의 수문연구소의 경우는 유입수문곡선과 유출수문곡선의 침투유량에 대한 지체효과와 개발에 의한 침투유출량의 증가에 대한 조절에 초점을 두어 산정방식을 달리하고 있다.

이상의 결과를 살펴보면 총유출량에 대한 임계지속시간의 산정방식은 홍수조절용 저류지, 유수지 등의 설계에 사용되거나 적용방식이 확정되어 있지 않으며, 저류지의 경우도 방류공의 설치유무, 유수지의 경우 배수펌프장의 설치 유무, 펌프대수의 변화 등에 따른 작동기준 등에 따라서도 달라질 수 있는 경우가 발생할 수 있을 것으로 판단된다.

### 3.3 임계지속시간의 개념 표준화

이와 같이 임계지속시간은 그 기준을 어떻게 설정하느냐에 따라 상이해지는데, 이는 아직까지 정확한 설정기준이 국내외적으로 확립되어있지 못하기 때문인 것으로 판단된다. 특히 국내에서는 강우의 손실에 관련된 모형, 강우의 시간적 분포모형, 강우-유출모형 등의 확립이 미미한 상황이므로 기존의 홍수도달시간의 개념보다는 임계지속시간의 개념을 설계에 활용해야 하는 것이 적절하다고 판단함에도 불구하고 정립되지 못하는 것이라고 생각된다.

따라서 본고에서는 비록 많은 가정사항이 필요하지만 국내 실정에 적절한 임계지속시간의 개념 설정에 필요한 기준을 설정해 보고자 하였다.

#### 1) 유효강우량의 산정

현재 외국의 침투율 산정방법은 이론적인 전개에 의한 방법으로 Green-Ampt 공식을 사용하거나 실험적인 공식을 사용하는 경향이 있으나 자료가 미흡한 국내 상황을 고려할 때 미국 토양보전국(U.S Soil Conservation Service)의 Curve Number 산정방법을 사용하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

이때 주의할 사항은 개발상황에 따른 토지이용도를 세분화하여 적절한 CN을 산정하여야 한다는 것이다.

#### 2) 강우의 시간적 분포

재해영향평가서 작성지침에 기술하고 있는 Huff의 4분위법과 순간강우강도법(Keifer-Chu의 방법이라고도 함)을 사용하여 각 분위별로 분포시킨 강우분포를 사용하는 것이 적절하다고 판단된다. 이때 주의할 점은 순간강우강도법의 경우 1분 단위 이하로 세분화될 경우 강우강도식에 의한 이론치와 분포값이 정확하게 일치하지 않는 경우도 발생할 수 있다는 것이다. 그러나 이러한 상황은 기존의 재해영향평가서나 하천정비계획의 보고서가 대부분 5분 단위의 강우분포를 사용하므로 큰 문제가 아닐 수도 있다. 또한 Huff의 4분위법은 회귀계수에 의한 해석이기 때문에 종종 세분화된 강우지속시간에 대해 초기 또는 종기에 음(-)의 강우량이 발생하는 경우가 많으므로 회귀분석시 이를 주의하여야 한다.

그러나 동일한 지속시간과 동일한 강우량에 대해서도 침투유출량이 최대가 되는 경우에 대한 대처가 재해영향평가제의 취지이기 때문에 각 분위별 적용에 따른 최대 유출량 발생분위를 설정하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

#### 3) 강우-유출모형

개발양상에 따라 적용가능한 유출모형은 다양하지만 국내에는 미계측 유역이 많기 때문에 단위도 모형을 사용하는 것이 적절하다고 판단된다. 또한 단위도 모형에서도 외국의 관측자료에 근거한 특성계수를 사용하는 SCS의 단위도법, 中安의 단위도법에 비해서 Clark의 단위도법의 근거가 되는 유역추적법(area routing method)를 사용하는 것이 유역의 지형인자

를 최대한 고려할 수 있을 것으로 판단된다. 특히 도시개발사업과 같이 개발전, 중, 후의 유역 조건이 완전하게 상이할 경우에도 기존의 도시유출모형인 RRL, ILLUDAS 등의 이론적 배경이 유역추적법에 근거한다고 볼 수 있으므로 적용성이 타 모형에 비해 객관적일 수 있다고 판단된다.

#### 4) 임계지속시간의 설정기준

진술한 바와 같이 첨두유량과 총유출량의 개념으로 임계지속시간이 분리되거나 재해영향평가제의 취지와

같이 치수목적의 수공구조물 설치의 경우에는 첨두유량의 최대가 나타나는 강우의 지속시간을 임계지속시간으로 보는 것이 적절하다고 판단된다. 특히 적용상 주의할 점은 기존의 대부분의 재해영향평가서에서도 지적된 바와 같이 1시간 단위로 임계지속시간을 파악하는 경우 근사치만을 파악할 수 있을 가능성이 크므로, 강우의 지속시간을 세분화하여 10분 단위로 첨두유량을 파악하는 것이 적절하다. 이때 필요한 방법은 bi-section method와 같은 시행착오법의 적절한 적용일 것으로 판단된다. ●

### 〈참고문헌〉

- 심재현, 김지태, 이재준, 이정식 (1998). 방재조절지의 설계지침 개발(1), 연구보고서 NIDP-97-03, 국립방재연구소, pp.153~155.
- 이재준, 이정식, 전병호, 이종태(1993). "우수관거 설계를 위한 계획 강우의 임계지속시간 -서울지역을 중심으로-", 한국수문학회지 제26권, 제2호, pp.49~57.
- 이종태, 윤세의, 이재준, 윤용남(1993). "유수지 설계를 위한 계획 강우의 임계지속시간 -서울지역을 중심으로-", 한국수문학회지 제26권, 제1호, pp.115~124.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., and Mays, L.W. (1988). Applied Hydrology. McGraw-Hill, pp.500~501.
- Chen, C.N. and Wong, T.S.W. (1993). "Critical Rainfall Duration for Maximum Discharge from Overland Plane". Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 119(9), pp.1040~1045.
- Chen, C.N., Wong, T.S.W. (1994). "Critical Rainfall Duration for Maximum Discharge from Overland Plane : Closure". Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 120(12), pp.1484~1486.
- Debo, T.N. and Reese, A.J. (1995). Municipal Storm Water Management. CRC Press, Inc., p.212.
- Hall, M.J., Hockin, D.L., and Ellis, J.B.(1993). Design of Flood Storage Reservoirs. CIRIA and Butterworth-Heinemann Ltd.
- Maidment, D.R.(Ed.) (1997). Handbook of Hydrology, McGraw-Hill, p.9.14.
- Meynink, W.C. (1976). "Critical Duration of Rainfall for Flood Estimation". Water Resources Research, Vol.12, No.6, pp.1209~1214.
- Schmid, B.H. (1997). "Critical Rainfall Duration for Overland Flow From An Infiltrating Plane Surface". Journal of Hydrology, Vol.193, pp.45~60.