

오수관 설계유량 산정법이 설계유속에 미치는 영향

Design Flow Velocity Changes According to the Design Flow Determination Methods in the Sanitary Sewer

현인환* · 원승현 · 김형준 · 이제인

Hyun, In-hwan* · Won, Seung-hyun · Kim, Hyung-jun · Lee, Che-in

단국대학교 공과대학 토목환경공학전공

(2005년 8월 25일 논문 접수; 2005년 10월 18일 최종 수정논문 채택)

Abstract

The present study analyzed actual cases of designed flow estimation method and designed flow rate of sewage pipe lines. In order to examine the effects of peak-hour demand factor estimation with given daily highest peak loading, we analyzed its effects on designed flow rate with changing the peak-hour demand factor from 2.0 to 10.0. The results of this study are as follows.

When reviewing the recent designs, we found that 59.4% of pipe line with 250mm and 300mm diameter, which fall under minimum allowable pipeline did not meet the minimum velocity which is specified as 0.6m/sec in design standards. The pipe line that have minimal access population or have very low slope did not satisfy the minimum velocity.

In estimating the designed sewage flow, the applied daily highest peak loading and hourly highest peaking loading were the load factor for the entire population of the planned area, and for the peak loading of the initial pipes connected to a very small population, we applied the same factor as that applied to the entire area and, as a result, the hourly highest flow was underestimated.

Because, in case of the initial pipes, the method of applying the same peak loading to all subject areas is highly possible to produce underestimated design flow, when estimating the designed flow of the initial pipes connected to a small population need to adopt a rational flow factor according to the size of population. For this, it is considered to investigate and analyze raw data on daily and hourly variation of sewage flow.

Key words: Peak factor, Sanitary sewer, Minimum sewer velocity, Design capacity of sanitary sewer

주제어: 첨두부하, 분류식오수관, 하수관거 최소유속, 설계오수량

Table 1. 시간계수와 침투부하

지역	일평균급수량(L.pcd)	일최대급수량(L.pcd)	시간최대급수량(L.pcd)	일최대침투부하	시간최대침투부하	시간계수
	A	B	C	B/A	C/A	C/B
A	269	336	504	1.25	1.87	1.50
B	269	336	504	1.25	1.87	1.50
C	265	331	497	1.25	1.88	1.50
D	245	306	613	1.25	2.50	2.00
E	281	351	527	1.25	1.88	1.50
F	281	351	527	1.25	1.88	1.50
G	243	304	456	1.25	1.88	1.50
H	245	306	613	1.25	2.50	2.00
I	245	306	613	1.25	2.50	2.00
J	269	336	504	1.25	1.87	1.50
K	243	292	438	1.20	1.80	1.50
L	231	289	520	1.25	2.25	1.80

1. 서 론

분류식 오수관의 설계에 있어서 관경과 관경사를 결정하여야 하며, 이 결정에 있어서 설계오수량은 시간최대오수량을 기준으로 하며, 최소유속은 0.6m/s 이상 최소관경은 250mm로 제한하고 있다. 이중 최소유속의 제한은 오수 중에 포함된 입자가 관내에서 침전, 퇴적하는 것을 방지하기 위해 설정된 기준이다. 하수관거에 일정한 소류속도를 갖는 흐름을 가지게 함으로써 작은 입자의 침전을 방지하여 관거의 막힘을 방지하며 준설 및 청소를 최소한으로 하기 위함이다.

따라서, 모든 하수관거의 설계에 있어서는 이러한 기준을 준수하여야 하지만, 실제의 설계에 있어서는 초기관의 경우 지선배수면적이 적어 해당 관거에 유입되는 오수량도 하류관에 비해 아주 적기 때문에 최소관경규정을 준수하면서 최소유속규정을 따르기 위해서는 관경사가 매우 커져야 한다. 관경사를 지반경사보다 상당히 크게 할 경우에는 굴착에 필요한 공사비가 많이 소요되어 실제 설계에서는 계산결과에서는 최소유속규정을 지키지 않는 경우가 많이 발생되고 있다.

오수관의 설계에 있어 특히 초기관의 설계유속이 낮아지는 이유는 초기관의 매설깊이를 깊게 하지 않는 원인도 있지만, 설계오수량의 산정방법에도 개선할 사항이 있는 것으로 판단된다. 본 연구에서는 현재 관거설계에서 사용되고 있는 설계오수량의 산정방

법을 고찰하고 문제점을 분석하여 설계오수량의 산정방법의 개선방향을 검토하였다.

2. 기존 설계사례 조사

본 연구에서는 최근의 하수관거의 설계경향을 파악하기 위하여 2001년에서 2004년 사이에 작성된 12개 도시의 하수관거 설계보고서를 입수하여 분석하였다.

2.1. 설계오수량 산정방법

현재 우리나라에서 사용되고 있는 오수량 산출방법은 일평균오수량에 침투부하와 시간계수를 곱한 시간최대오수량을 오수관의 설계유량으로 산정하고 있다. 설계오수량의 산정시에는 장래의 10년 또는 20년 이후의 시간최대오수량을 채택하도록 하고 있으며, 지역의 특성을 반영할 수 있는 자료를 이용하여야 하지만, 많은 경우에는 이들 자료의 구축이 되어 있지 않아 문헌상에 제시된 침투부하 및 시간계수값을 사용하고 있다.

Table 1은 기존 설계보고서에서 설계유량과 관련된 항목을 정리한 것이다. 이 표에서 보인바와 같이 침투부하는 모든 보고서에서 같은 값들을 채택하고 있으며, 시간계수만 약간 다른 값들을 채택하고 있다. 또한 각 지역의 전체 일최대침투부하와 시간계수가 결정되면 관로설계시에는 각각의 관로에 접속되는 인구의 규모에 관계없이 동일한 침투부하 및 시간계수값을 적용하여 설계유량을 산정하고 있다. 일최대

Table 1. 관로 특성에 따른 C값

관 재 료	C	관 재 료	C
주철 신품	130	아연	120
10년 경과	107~113	주석	130
20년 경과	89~100	청동	130~140
30년 경과	75~90	납	130~140
40년 경과	64~83	벽돌	100
콘크리트, 강철거푸집	140	흙	110
합판거푸집	130	나무	120
강철 신품	140~150	유리	140
리벳 강철	110	플라스틱	140~150
석면 시멘트	140	소방호스	110~140
구리	120		

Table 2. 초기저산관의 최소유속 만족도

지역	관경 250mm				관경 300mm			
	최소유속미달		최소유속만족		최소유속미달		최소유속만족	
	개수	인구범위	개수	인구범위	개수	인구범위	개수	인구범위
A					53	3~166	1	165
B					29	7~95	1	94
C	5	2~77	1	102	5	26~1,003	12	34~898
D					309	0~2,537	219	12~3,781
E			42	35~1,758			8	2,168~4,629
F			37	25~2,503	3	34~749	3	193~310
G					115	1~542	58	27~4,889
H					34	12~346	26	39~457
I					8	32~60	2	45
J			9	665~668	63	3~964	31	12~18,740
K	39	14~405	4	770~993				
L	15	3~46	9	1,833~5,412				

첨두부하와 시간계수는 일반적으로 접속인구수가 작아질수록 큰 값을 나타내는 경향이 있으나, 이들 설계사례에서는 이러한 점을 고려하지 않고 일정한 값을 해당지역 전체의 관거설계에 적용하고 있다. 따라서 접속인구가 적은 초기관들에서 산정되는 시간최대오수량이 실제보다 적어질 가능성이 많다고 판단된다.

2.2. 초기관의 설계결과 평가

Table 2에는 검토대상지역의 설계보고서상에 나타난 최소유속 만족여부를 나타내었다. 특히, 최소허용관경에 가까운 250mm와 300mm 관경의 관로중 59.4%가 0.6m/sec에 미달되고 있음을 알 수 있다. 지역에 따라 다르지만, 절점유입 설계오수량을 대상지

구의 인구당 발생오수량으로 환산하고, 각 관로에의 접속인구는 인구당으로 환산하면 1인부터 18,740인에 해당하는 오수량을 설계유량으로 하고 있음을 알 수 있다.

Fig. 1에서 보듯이 최소유속에 미달하는 관로들은 주로 접속인구가 매우 적거나, 접속인구가 일정 이상 되더라도 해당 관로의 관경사가 매우 낮은 관들이 그 대상이 되고 있다.

3. 설계오수량 산정방법의 합리성 검토

3.1. 설계오수량의 일최대첨두부하율

일최대첨두부하율과 관련하여 하수도시설기준(1998)에서는 계획 1일평균오수량은 계획 1일최대오

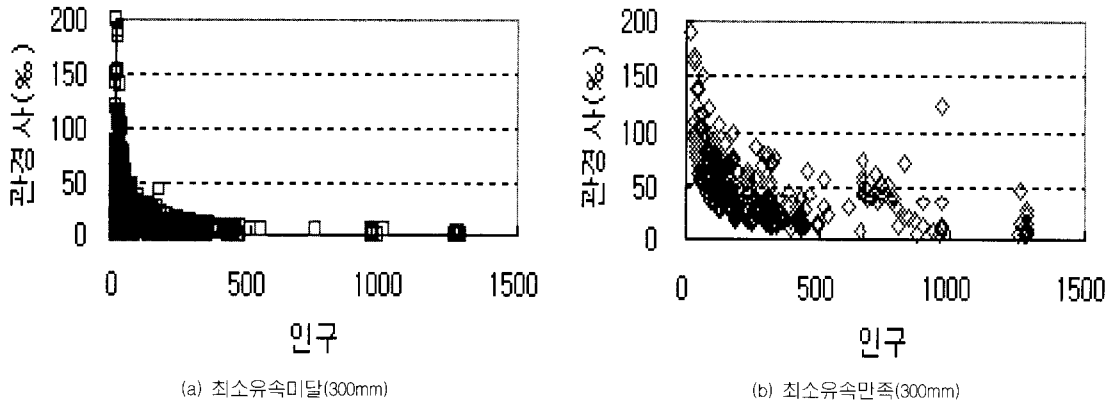
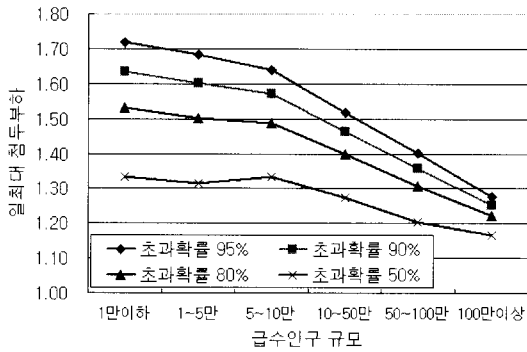


Fig. 1. 최소유속 미달관거와 만족관거의 유입인구와 관거경사 비교.



자료: 광역상수도 용수배분 체계개선방안, 한국수자원공사, 2001.

Fig. 2. 비초과확률에 따른 급수인구 규모별 첨두부하.

수량의 70~80%를 표준으로 한다고 설명하고 있다. 이를 일최대첨두부하율로 환산하면, 1일최대오수량은 인구규모가 큰 경우에는 1일평균오수량의 1.25에서 인구규모가 작은 경우에는 1.43이 된다.

한편, 상수도시설기준에서는 급수량의 일최대첨두부하율은 대상지역의 상황에 따라 크게 달라지기 때문에 가능한 한 해당지역의 과거자료를 이용하도록 권고하고 있다. Fig. 2는 국내의 자료를 이용하여 일최대첨두부하율을 산정한 연구보고서의 결과이다. 그림에서 볼 수 있듯이 인구규모가 작을수록 첨두부하는 커지며, 인구 1만인 도시의 50% 비초과확률값인 경우에도 1.33을 나타내고 있어 제2장의 설계사례에서 적용된 값보다 더 큰 값이 제시되고 있다(현인환 등, 2004). 여기서 평균값은 비초과확률로 50%는 해

당 인구규모의 평균값에 해당하며 자료의 50%는 이보다 큰 값을 나타내는 것을 의미한다. 따라서 인구 규모가 그림에 제시된 1만인보다 훨씬 작을 경우에는 더 큰 값이 나타날 수 있다.

3.2. 시간최대오수량 산정

우리나라 하수도시설기준(1998)에서는 오수량의 시간적 변동은 소도시나 주택단지 등에서 특히 두드러지며, 계획1일최대오수량의 1.5~1.8배를 표준으로 하고, 소규모나 관광지 등에서는 2배 이상 달할 수도 있으며, 한편 대규모하수도에서는 오수량의 시간적 변동이 평균화되므로 1.3배 정도라고 설명하고 있다. 또한 해설에서는 Babbit 계수를 이용하여 시간최대오수량을 산출하는 실험식을 제시하고 있다. Babbit 계수는 일평균급수량에 평균 1시간당량과 계수값 M 을 곱하여 각 관로의 계획시간최대오수량을 산출하는 방식이다(하수도시설기준, 1998). 계수값 M 을 구하는 공식은 문헌에 따라서 다소 다른 값을 제시하고 있어 재검토할 필요가 있는 것으로 판단된다. 이 공식은 원래 1932년 미국 Ohio주 Toledo Mile Creek을 대상으로 한 연구의 결과이다(Babbitt, H.E. and Baumann, E.R. 1958).

일본 水道施設設計指針(2000)에서는 시간계수를 계획시간최대배수량의 시간평균배수량의 비율로 정의하고 소규모수도에 있어서 급수인구와 시간계수와 의 관계를 나타내는 Fig. 3을 제시하고 있다. Fig. 3과 같은 방법으로 시간계수를 적용한다면, 인구 20인인 경우는 시간계수가 20.0 이상, 50인은 10.0 이상,

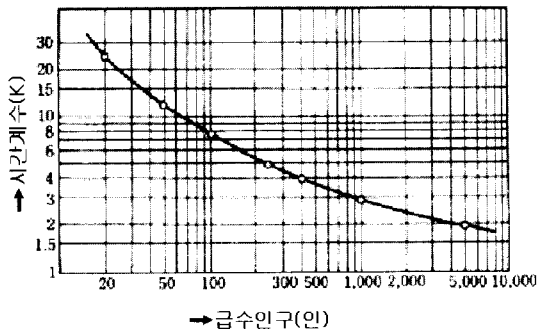


Fig. 3. 급수인구와 시간계수(일본 수도시설계획 · 설계지침, 2000).

51~200인은 5.0, 201~1,000인은 3.0 이상을 제시하는 것이 된다.

시간계수 또는 변동율은 지역의 특성과 물사용패턴에 따라 매우 다른 경향을 나타내며, 물사용패턴은 지역의 특성 및 문화수준 등에 따라 달라진다. 상기 연구결과들은 대부분 외국의 일부 지역을 대상으로 한 것이고, 경우에 따라서는 오래 전에 조사한 자료를 바탕으로 한 것이다. 따라서 이 결과들은 2000년대 우리나라 지역특성을 반영한다고는 할 수 없으므로, 현재 우리나라에 그대로 사용하기에는 무리가 있을 수 있다. 우리나라의 설계에 적용하기 위해서는 우리나라의 지역을 대상으로 한 이와 유사한 연구결과가 필요할 것으로 판단된다.

4. 시간계수의 영향 검토

일최대첨두부하와 시간계수는 관로에 접속되는 인구의 규모에 따라 크게 달라짐에도 불구하고, Table 1에서 보는 바와 같이 현재의 설계에서는 모든 지역

의 일최대첨두부하와 시간계수를 동일한 값을 적용하고 있다. 즉, 대상지역의 전체 인구의 규모에 따라 이들 계수값이 결정되고 나면, 초기관이든 말단관이든 불문하고 같은 시간최대오수량의 산정에서는 같은 첨두부하 및 시간계수를 적용하고 있어 실제에서는 이보다 훨씬 많은 설계오수량이 산출될 수 있다. 따라서 이 영향으로 인하여 접속인구가 적은 관로에서의 유속평가는 실제보다 훨씬 작은 유량을 대상으로 설계유속의 적정성을 평가하게 될 가능성이 있다. 본 연구에서는 시간계수의 적용값을 변경하면서 시간계수에 따라 최소유속의 만족도가 어떻게 달라질 수 있는가를 분석하였다.

본 분석에서는 각 지역에 대해 일최대첨두부하와 시간계수중 시간계수만을 변동시키면서 시간계수의 변동시 설계유량시의 유속이 어떻게 변화되는가를 고찰하였다. 검토하는 시간계수는 2.0, 3.0, 5.0 그리고 10.0을 채택하였다. 최대 10.0까지만 검토한 이유는 이들 시간계수는 Fig. 3에서 볼 수 있듯이 본 설계지역에 적용하여도 과대설계의 가능성이 아주 적다고 판단하였기 때문이다. 또한, 관로당 접속인구에 따라 시간계수를 달리 적용하는 방법이 일반적인 적용법이 아니, 본 연구에서는 우리나라의 인구규모에 따른 시간계수를 고찰한 자료가 없고, 또한 실제 지역에 따라 다양한 값들이 나타날 수 있기 때문에 예비검토의 수준에서 일률적으로 시간계수를 변화시키면서 설계유속의 변동경향을 분석하였다.

4.1. 시간계수의 변화가 초기관의 유속에 미치는 영향

4.1.1. A지역의 설계오수량 및 유속

A지역의 목표년도는 2016년으로 계획하수량 원단

Table 3. 문헌에 따른 Babbit계수 M의 산정 방법

구 분	설 명	Babbit계수 M 관련식	참고
일본하수도 및 하수도처리법, 1932년	시간최대오수량 = 일최대오수량을 평균한 백분율의 평균오수량 × M	$M = \frac{500}{P^{1/5}}$	Sewerage and Sewage Treatment, 1958.
미국 Ohio주 Toledo Mile Creek, 1932년	시간최대오수량 = 일최대오수량의 평균 1시간당량 × M	$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$	Sewerage and Sewage Treatment (W.G. Harmon), 1958.
한국하수도 시설기준, 1998년	시간최대오수량 = 배수인구에 따른 1일평균오수량의 평균 1시간당량 × M	$M = \frac{5}{P^{1/5}}$	하수도시설기준
일본하수도 시설설계기준, 2001년	시간최대오수량 = 배수인구에 따른 1일최대오수량의 평균 1시간당량 × M	$M = \frac{5}{P^{1/5}}$	水道施設設計指針

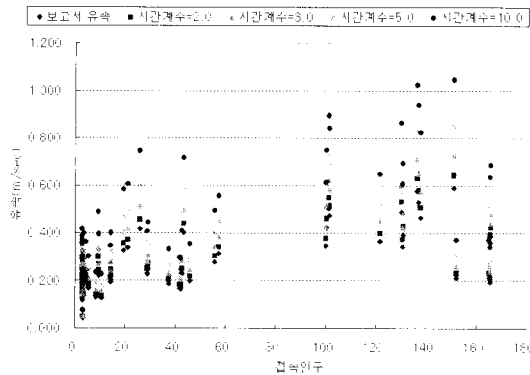


Fig. 5. A지역 최소유속미달관의 유속과 시간계수 변화그래프.

위는 269LPcd(일평균), 일최대부하율 1.25, 시간계수는 1.5로 설계되었다. 이 지역은 접속인구가 매우 적은 관로가 많아 지역의 대부분의 관로에서 유속이 0.3m/s 이하로 최소유속규정인 0.6m/s에 미치지 못하고 있다. Fig. 5는 이 지역의 최소유속미달 관들의 인구나 유속관계, 그리고 시간계수를 증가시킨 유속의 변화를 나타내고 있다. 이 지역의 최소유속미달 총 52개소 중 시간계수를 2.0으로 한 경우 2건(3.8%), 3.0으로 한 경우는 4건(7.7%), 5.0으로 한 경우는 9건(17.3%), 10.0으로 한 경우는 18건(34.6%)이 최소유속 0.6m/sec를 넘어서는 것으로 나타났다. 시간계수를 10.0까지 변화시킨 후에도 최소유속이 미달하는 34개소에서는 만관유속이 최소유속에 미달된 경우가 4건으로 이것은 관径의 경사가 0.4~1.34‰로 극히 낮았기 때문인 것으로 파악되었으며, 나머지 30개소는 관径유입인구가 3~5인 이거나 관경사가 상대적으로 적기 때문인 것으로 나타났다.

4.1.2. C지역의 설계오수량 및 유속

C지역의 목표년도는 2016년으로 계획하수량 원단위는 265LPcd(일평균), 일최대부하율 1.25, 시간계수는 1.5로 설계된 지역이다. Fig. 6은 이 지역 관径유입인구 500명 이하 최소유속미달 관들의 인구나 유속관계, 그리고 시간계수를 증가시킨 유속의 변화를 나타내고 있다. 이지역의 최소유속 미달개소 총 9건 중에서 시간계수를 2.0으로 상향한 경우는 4건(44.4%)이 최소유속을 상회하였으며, 시간계수를 3.0으로 한 경우는 5건(55.6%), 5.0으로 한 경우는 7건(77.8%), 10.0으로 한 경우는 8건(88.9%)으로서

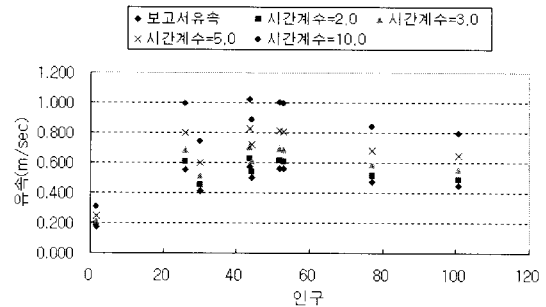


Fig. 6. C지역 최소유속 미달관의 유속과 시간계수 변화그래프.

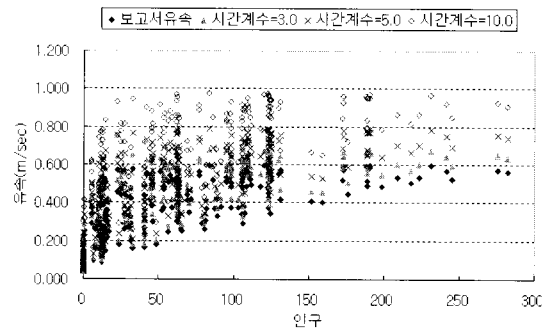
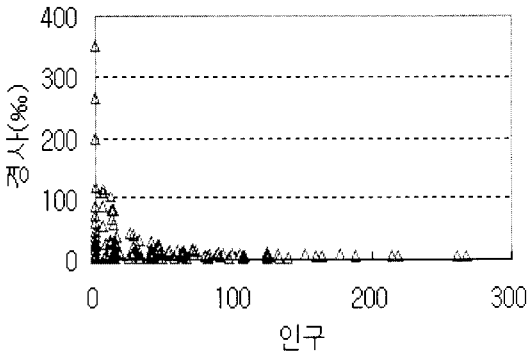


Fig. 7. D지역 최소유속 미달관의 유속과 시간계수 변화그래프.

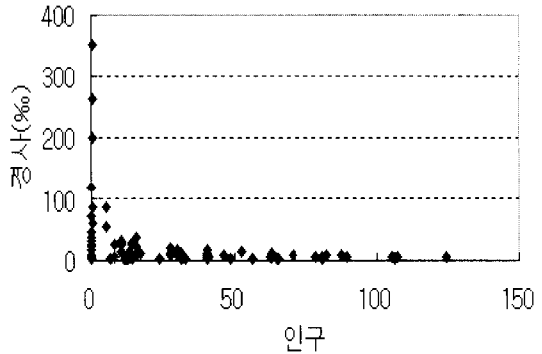
이지역의 경우는 시간계수를 조절 한 경우만으로도 거의 모든 개소에서 최소유속을 만족하는 경우를 보이고 있었다. 시간계수를 10.0으로 증가시킨 경우에도 최소유속을 만족하지 못한 1개소는 관径유입인구가 2인으로 아주 적은 경우였다.

4.1.3. D지역의 설계오수량 및 유속

D지역의 경우는 일최대부하율 1.25, 시간계수를 2.0으로 하여 설계한 곳으로서 Fig. 7은 이 지역 관径유입인구 500명 이하 최소유속미달 관들의 인구나 유속관계, 그리고 시간계수를 증가시킨 유속의 변화를 나타내고 있다. 이 중 최소유속미달관개 총 292건중에서 시간계수를 3.0으로 변화시켰을 경우 93개소(31.8%)에서 최소유속을 만족하였고, 시간계수를 5.0으로 변화시킨 경우는 162건(55.5%), 10.0으로 상향시킨 경우는 206개소(70.5%)에서 최소유속을 만족하는 것으로 나타났다. Fig. 8에서와 같이 시간계수를 5.0으로 상향시켜도 최소유속에 미달하는 130개소, 10.0으로 한 경우 86개소의 경우는 관径유입인구가 아주적거나, 관径경사가 극히 적어서 만관유량



(a) 시간계수 = 5.0



(b) 시간계수 = 10.0

Fig. 8. D지역의 최소유속미달 개소의 관경사와 인구.

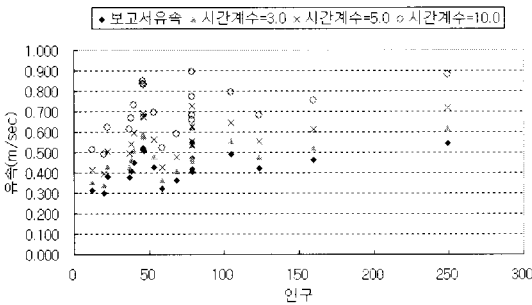


Fig. 9. H지역 최소유속 미달관의 유속과 시간계수 변화그래프.

일때도 0.6m/sec를 넘지 못하는 경우가 대부분이었다.

4.1.4. H지역의 설계오수량 및 유속

H지역은 계획하수량 원단위 245LPcd(일평균), 일 최대부하율 1.25, 시간최대부하율 2.50, 시간계수는 2.0으로 하여 설계한 곳으로서 관거유입인구 500이하 최소유속미달 관은 Fig. 9와 같이 총 34개소에서 발생하였다. 시간계수를 3.0으로 변화시켰을 경우 8개소(23.5%)에서 최소유속을 만족하였고, 시간계수를 5.0으로 변화시킨 경우는 21건(61.8%), 10.0으로 상향시킨 경우는 30개소(88.2%)에서 최소유속을 만족하는 것으로 나타났다. 시간계수를 10.0으로 증가시켜도 최소유속을 만족하지 않는 4건의 경우는 관경사가 낮거나 관거유입인구가 적은 경우였다.

4.1.5. 기타지역의 설계오수량 및 유속

G지역은 계획하수량 원단위 243LPcd(일평균), 일

최대부하율 1.25, 시간최대부하율 1.88, 시간계수는 1.5 설계되었다. 이 지역 관거유입인구 500명 이하 최소유속미달 관거에 대해서 시간계수를 증가시키면서 유속의 변화를 살펴본 결과 최소유속미달 관거 총 110개소 중에서 시간계수를 2.0으로 한 경우는 9개소(8.2%)에서 최소유속을 만족하였고, 시간계수를 3.0으로 한 경우는 22개소(20.0%), 5.0으로 한 경우는 41개소(37.3%), 10.0으로 한 경우는 61개소(55.5%)에서 최소유속을 만족하는 것으로 나타났다.

J지역은 계획하수량 원단위는 269LPcd(일평균), 일 최대부하율 1.25, 시간최대부하율 1.87, 시간계수는 1.5로 설계된 곳으로서, 이 지역의 관거유입인구 500명 이하 최소유속미달 총 59개소 중에서 시간계수를 2.0으로 증가시킨 경우에는 1건(1.7%), 시간계수를 3.0으로 한 경우는 6(10.2%)건, 5.0으로 한 경우는 11건(18.6), 10.0으로 한 경우는 21건(35.6%)이 최소유속을 만족하는 것으로 나타났다.

4.2. 시간계수 변화에 따른 설계유속 비교 · 분석

Fig. 1에서와 같이 초기지선관에서 최소유속이 미달되는 곳은 대부분이 관경사가 매우 적은 경우 혹은 관거유입인구가 적은 경우에 발생하고 있고, 최소유속이 만족하는 경우는 상대적으로 관경사와 관거유입인구가 많은 경우이다. 또한, 초기지선관에서는 면적과 인구수가 하류관들과는 다르기 때문에 침투부하와 시간계수도 그에 맞게 증가될 필요가 있다. 또한, 침투율 특성상 급수인구와 면적이 적을수록 침투부하와 시간계수는 커지기 때문에 각 지역의 오수량과 유속

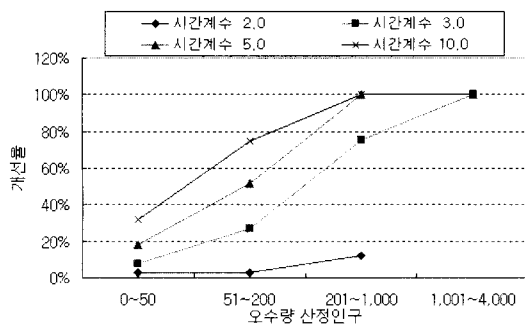


Fig. 10. 시간계수의 산정에 따른 최소유속 만족도 변화.

이 순간최대급수량에 의해서 산출된 최대·최소오수량 값과 근접한 값을 갖기 위해 필요한 침투부하와 시간계수를 증가시킬 필요가 있을 것이다.

조사대상지역을 Fig. 3과 같이 일본의 경우를 적용하여 검토한 결과 시간계수를 10.0으로 상향해야 하는 경우는 총 333건이었고, 시간계수를 상향 한 경우 107개소에서 최소유속을 만족하였다. 5.0으로 상향해야 할 경우는 201개소, 3.0으로 해야 할 경우는 49개소로 조사되었다. 유속의 평균증가율은 시간계수를 2.0으로 한 경우 8.9%, 3.0으로 한 경우는 19.5%, 5.0으로 한 경우는 40.1%, 10.0으로 한 경우는 72.9%가 증가하는 것으로 나타났다.

5. 결 론

본 연구에서는 오수관로의 설계유량산정법과 설계유속에 대해서 실제 설계사례를 분석하였으며, 일최대침투부하와 시간계수중 시간계수산정의 영향을 고찰하기 위하여 시간계수를 2.0에서 10.0까지 변화시켜가면서 설계유속에 미치는 영향을 분석하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

1) 최근의 설계사례를 검토한 결과 최소허용관경에 해당되는 250mm와 300mm 관경의 관로 중 59.4%가 설계기준에 제시된 최소유속인 0.6m/sec에 미달되고 있음을 알 수 있다. 이들은 접속인구가 아주 적거나, 관경사가 매우 낮은 관거인 경우에 최소유속이 미달되고 있다.

2) 설계오수량을 산정함에 있어서 일최대침투부하율과 시간최대침투부하율은 계획지구 전체의 인구규모를 대상으로 한 부하율을 적용하고 있으며, 실제

접속인구가 아주 작은 초기관의 침투부하율도 대상지구 전체에 적용되는 값과 동일하게 적용되어, 시간최대유량이 과소하게 발생하는 것으로 평가되었다.

3) 조사대상지역 인구 500명 이하 최소유속이 미달되는 초기관 645개소 중에서 시간계수를 3.0으로 한 경우 147개소(22.8%), 10.0으로 상향하면 369개소(57.2%)에서 최소유속을 만족하였다.

4) A~L지역에서 유속의 증가율은 시간계수를 2.0으로 한 경우 기존 설계결과에서 0.6m/sec 이하를 나타냈던 관로중 8.9%가 0.6m/sec 이상의 유속을 갖는 것으로 평가되었으며, 3.0으로 한 경우는 19.5%, 5.0으로 한 경우는 40.1% 10.0으로 한 경우는 기존 최소유속 미달관거의 72.9%가 최소유속을 만족하는 것으로 나타났다.

5) 현재 모든 대상지역에 같은 침투부하를 적용하는 방법은 초기관의 경우에는 과소한 설계오수량을 산출할 가능성이 많기 때문에, 접속인구가 작은 초기관의 설계유량산정시 인구규모나 배수면적 또는 설계오수량 등에 따른 합리적인 부하율이 적용될 수 있도록 할 필요가 있다. 이를 위하여 발생 하수량의 일변화 및 시간변화에 대한 기초자료의 조사 및 분석이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 단국대학교 2004년도 대학연구비 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 광역상수도 용수배분 체계개선방안, 한국수자원공사, 2001, 3.
- 현인환(1999), 일최대부하율의 합리적인 결정, 한국수도협회지.
- 현인환, 이제인(2004), "우리나라 상수도시설의 침투부하 영향요소 분석", 상수도학회지, 제18권 제1호, pp. 49-58.
- 환경부(1998), 하수도시설기준.
- 환경부(1994), 상수도통계.
- 建設省都市局下水道部(1983), 小規模に適した施設の開發に關する調査.
- 給排水設備標準-同解説(1995), 空氣調和・給排水衛生設備の施工・維持管理に關 HASS206.

日本水道協會(2000), 水道施設設計指針.

日本下水道協會誌(1984), 下水道施設の設計指針と解説, 日本下水道協會.

日本下水道施設設計 設計と解説(2001).

Babbitt, H.E. and Baumann, E.R. (1958) *Sewerage and Sewage Treatment*, New York John Wiley.

Ismail I. Esen, Member (1993) *Design of Sewers Based on Minimum Velocity*, ASCE.

K.S.Li, Fellow (1994) *Design of Sewers Based on Minimum Velocity*, ASCE.

Metcalf & Eddy (1959) *Wastewater Engineering*, McGraw-Hill Book Company.