

급수배관에서의 순간최대 급수량의 산정에 대한 비교 연구

A Comparison of the Design Loads of a Water Supply System

이용화(Yong-Hwa Lee)[†]

유한대학교 건축설비과

Department of Building Services, Yuhan University, Bucheon, Gyeonggi, 422-749, Republic of Korea

(Received July 18, 2013; revision received November 11, 2013; Accepted: November 15, 2013)

Abstract Fixture units and the diversity curve are used, in order to determine the required size of water supply pipe. However, the values of the National Plumbing Code, International Plumbing Code and National Standard Plumbing Code of America are not the same. The objective of this study is to comparatively analyze the fixture units and the peak flows of a 10th story office building, at any instant of time, according to the three codes.

Key words Water supply pipe(급수배관), Water closet(대변기), Flush valve type(세정밸브식), Fixture unit (기구급수부하단위), Peak flow at any instant of time(순간최대 급수량)

[†] Corresponding author, E-mail: lyh@yuhan.ac.kr

기호설명

F_u : 기구급수부하단위

Q : 순간최대유량 [L/min]

1. 서 론

급수설비의 부하설계란 건물내에 발생하는 물 수요(급수부하)를 어떤 방법으로 예측할 것인가를 의미한다. 즉, 어느 때는 순간적인 유량(순간 급수부하)을, 어느 때는 일정 시간내에 일어나는 부하의 총량(시간급수부하)을 의미하는 것으로서, 일반적인 부하설계법은 이와 같이 크게 2가지로 분류된다.

이중 배관설계 및 최근의 펌프직송방식의 기기설계에 이용되는 순간최대유량의 산정법으로는 Hunter에 의한 확률법⁽¹⁻⁴⁾과 기구수에 의한 방법이 대표적이다. 이 외에 일본에서 개발되고 SHASE-S 206에 소개된 물사용 시간 비율과 기구급수단위에 의한 방법⁽⁵⁾도 있다. 현재 이 중에서 급수배관경을 산정하는 데 가장 널리 이용되는 순간최대 급수량 산정법은 Hunter에 의해 개발된 확률법을 들 수 있다. 그 이유는 일본에서도 많은 변수가 고려된 그들 나름대로의 독자적인 방법을 개발하였지만, Hunter에 의한 순간최대 유량 산정개념이 그 어떤 방법보다 합리적이고도 해석적인 기법을 사용하였으며, 또한 실무적으로도 보다 간단하고 단순하기 때문이다.

현재 미국의 위생설비 코드에서도 Hunter 법에 의한

확률법을 채택하여 급수관경 결정시 순간최대 급수량을 산정하고 있다. 대표적인 위생설비 코드로는 National Plumbing Code, International Plumbing Code와 National Standard Plumbing Code가 있다.

우리나라에서도 위생설비 설계시 순간최대유량을 산정하기 위하여 Hunter의 확률법을 채택하여 적용하고 있고 미국의 위생설비 코드를 참고로 하여 기구급수부하단위와 순간최대 유량 곡선을 이용하여 설계하고 있지만, 이들 코드에서의 값이 다르기 때문에 곤란을 겪고 있다.

또한 건물내 물사용 기기중에서 물 사용량이 가장 많은 기구는 대변기로서, 현재 수자원절약관점에서 최근에 절수형 대변기의 보급이 증대되고 있는 상황에서 Hunter에 의한 대변기 데이터⁽¹⁾를 그대로 사용하면 순간최대유량이 과대하게 산정될 것으로 사료된다. 따라서 이들 기구에 대한 기구급수부하단위수도 재평가 및 새로 평가되어야 한다고 생각되어, 우리나라에서도 절수형 대변기에 대한 기구급수부하단위수에 대한 재평가 연구가 수행된 적이 있다. Lee에 의한 연구결과⁽⁴⁾는 비록 절수형 대변기의 물 사용량이 9 L였지만 기구급수부하단위와 순간최대유량에 대한 재평가 연구였다.

물론 보다 정확한 순간최대 유량을 산정하기 위해서는 모든 우리나라의 위생기구와 물사용 습관을 고려하여 각종 위생기구의 기구급수부하단위수를 재평가하고 순간최대유량선도도 재 작성하여 사용하는 것이다.

그러나 현재 국내에서 이 작업을 수행하고 있지 못

하기 때문에 우선 미국의 코드에서 제시된 값을 사용하고 향후 우리 실정에 맞는 데이터가 제시되면 우리의 데이터를 사용하여야 한다. 그런데 전술한 바와 같이 미국의 주요 위생설비 코드에서의 값이 다르게 제시되어 있기에 이들에 대한 평가가 필요하다고 사료된다.

따라서 본 연구에서는 미국의 주요 위생설비 코드에 각각 다르게 제시되어 있는 기구급수부하단위수와 순간 최대유량 곡선을 이용하여 10층 규모의 사무소 건물에 적용하여 순간최대 유량을 구하여 비교하여 보고자 한다. 또한 참고문헌 4에서 재평가된 절수형 세정밸브식 대변기에 대한 결과도 함께 적용하여 보고 현재 우리 나라에서 사용하기에 적절한 기구급수부하단위와 순간최대 유량이 어느 코드에 의한 것이 좋은지 비교 평가해 보고자 한다. 즉, 미국의 NPC(National Plumbing Code), IPC(International Plumbing Code) 및 NSPC(National Standard Plumbing Code)에서의 기구급수부하단위와 순간최대 유량의 값과 Lee의 값을 실제 건물에서 산정하여 비교 평가하는데 그 목적이 있다.

2. Hunter에 의한 순간최대 유량의 산정시 데이터 수정 필요성 분석

NPC에 제시된 Hunter 법에 의한 기구급수부하단위는 1930년대의 위생기구와 미국인의 생활습관에 기초하여 평가된 값이다. 즉, Hunter에 의한 순간최대유량 예측법은 확률법에 기초하여 구하고 있는데, 이때의 위생기구에 대한 기본 데이터와 물사용 습관에 대한 데이터가 1930년대의 위생기구와 미국인을 기본으로 하고 있다. 그런데 국내에서 급수설비 설계시, 배관경 산정에 사용하는 순간최대 유량은 대부분 Hunter에 의한 기구급수단위에 의해 산정하고 있기 때문에, 건물의 용도 및 급수기구 특히 절수형 기구가 변화되어 온 것을 고려하면 과대 설계된다고 할 수 있다. 이것에 대해서는 Alfred Steele⁽⁶⁾에 의해서도 NPC의 Hunter의 값을 사용하면 필요유량의 40%가 과대하게 설계되고 있다고 보고되고 있다.

NPC의 Hunter의 원래 데이터에 의한 순간최대유량 산정법의 수정 필요성을 분석해 보면 다음과 같다.

Hunter에 의한 부하곡선을 구하기 위한 기본적인 데이터는 호텔 및 아파트와 같은 주거용 건물에 대한 것을 적용하고 있기 때문에 본래 그 적용범위는 한정될 수밖에 없다. 즉, 건물용도에 따라서 그리고 위생기구에 따라서는 기구급수부하단위수를 수정하여야 하며 그 이유는 다음과 같이 생각할 수 있다.

건물 용도에 따른 기구 점유시간, 즉 연속사용시의 시간간격이 미국인의 사용습관에 기초하고 있다.

또한 해석시 사용한 주된 위생기구의 종류중 욕조가 설치되지 않는 용도의 건물이 많다는 것이다.

그리고 Hunter의 확률법은 1930년대의 위생기구의 데이터를 사용하였으나 현재의 위생기구는 그 특성이 많이 변화되었고, 물사용량이 많은 대변기의 경우, 절수형의 사용으로 물사용량이 약 1/2로 줄었다. 특히 물 사용량이 일정 시간에 집중되는 학교나 영화관 같은 건물에서의 순간최대 유량을 산정하기가 어렵다.

3. 사무소 건물에서의 순간최대 유량 비교 평가

NPC, IPC 및 NSPC에서의 값과 참고문헌 4의 값을 실제 건물에서 산정하여 비교 평가하기 위하여, 비교 대상 건물로서 10층의 사무소 건물로 하였으며, 급수 방식은 펌프직송방식에 의해 급수하는 것으로 상정하였다. 그리고 각층의 위생기구수는 세정밸브식 대변기 20개, 세정밸브식 소변기 11개, 세면기 18개 및 청소싱크 3개가 모든 층에 동일하게 설치된 것으로 하였다.

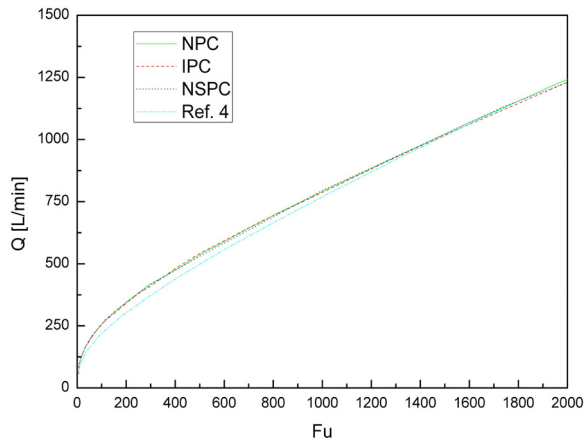
Table 1에는 기준층의 기구급수부하단위수를 나타내었다. NSPC에서는 물사용량이 가장 많은 대변기의 경우, 세정방식 및 절수형의 유무에 의해 기구급수부하단위수가 많이 달라진다.

대변기에 대한 기구급수부하단위수를 살펴보면, NPC에서는 개인용과 공중용으로 구분하며, 또한 세정밸브와 세정탱크만으로 구분하였고, 당연히 Hunter가 조사할

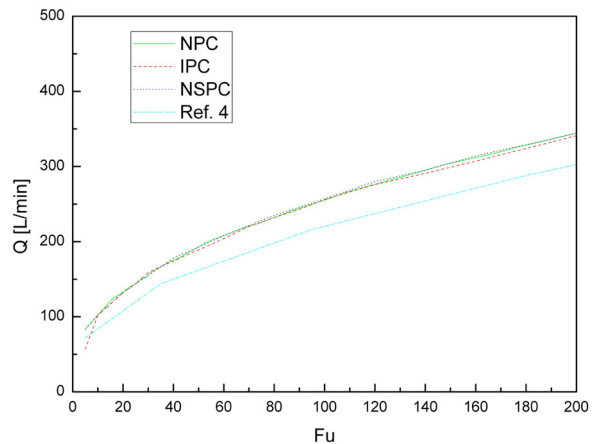
Table 1 Estimation of fixture unit on standard floor

	Q'ty	NPC		IPC		NSPC(13L)		NSPC(6L)		Ref.4	
		Fu	T	Fu	T	Fu	T	Fu	T	Fu	T
Water closet	20	10	200	10	200	8	160	5	100	5	100
Urinal	11	5	55	5	55	4	44	4	44	4	44
Lavatory	18	1.5	27	1.5	27	0.8	14.4	0.8	14.4	1.5	27
Service sink	3	2.3	6.9	2.3	6.9	2.3	6.9	2.3	6.9	2.3	6.9
Total			288.9		288.9		225.3		165.3		177.9

T : Total fixture unit.



(a) Demand load curve



(b) Enlarged scale

Fig. 1 Estimate curve for design purpose.

당시에는 절수형 대변기가 존재하지 않았다.

IPC에서는 거의 NPC를 그대로 따랐으며, 또한 절수형 대변기를 따로 구분하고 있지 않다.

NSPC에서는 우선 건물 용도별로 구분하였으며, 물 사용량이 많은 대변기를 사용수량에 따라, 다시 말하면 절수형(6 L)과 비절수형(13 L)으로 구분한 것이 큰 차이점이다.

참고문헌 4의 Lee는 절수형(9 L) 세정밸브식 대변기에 대한 기구급수부하단위를 재평가하였으며, 동시사용유량 곡선도 재작성하였다.

따라서 Table 1에서 알 수 있듯이 NSPC와 Lee의 연구 결과의 기구급수부하단위가 작게 나타나며, NSPC의 경우는 비절수형에서도 기구급수부하단위의 합계가 작게 나타나고 있다. 이것은 코드에서 순간최대 유량의 상당한 부분을 차지하는 위생기구가 대변기이며, 대변기에서도 절수형 대변기의 유무에 의해 좌우된다고 생각된다.

Fig. 1은 NPC, IPC, NSPC 및 참고문헌 4의 순간최대 유량선도와 기구급수부하단위와의 관계를 나타낸 것이다. NPC, IPC 및 NSPC는 거의 동일한 부하곡선을 사용함을 알 수 있고, 참고문헌 4에서는 약 1,500 Fu 이하에서 새로 작성한 부하평가곡선을 사용하고 있음을 알 수 있다.

Fig. 1의 (b)를 보면 참고문헌 4의 평가곡선의 차이가 확연히 들어나며, 절수형 세정 밸브식 대변기가 Hunter에 의한 대변기보다 물사용량이 확연히 다르기 때문에 절수형 세정밸브식 대변기가 새로 작성되어 사용되어야 할 것으로 생각된다.

Fig. 2는 10층 건물에서 급수수직관의 동시사용유량을 비교하여 나타낸 것이다. 동시사용유량은 NPC와 IPC는 거의 차이가 없음을 알 수 있다. 그리고 NSPC

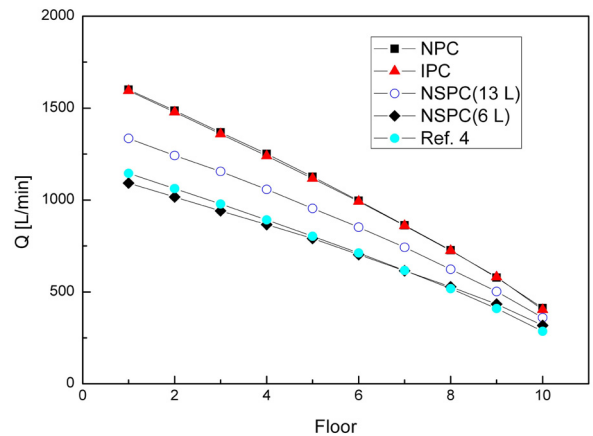


Fig. 2 Variation of peak flow of the riser.

에서도 비절수형 대변기를 사용한 경우로 하더라도 참고문헌 1보다 1층에서는 약 20%, 10층에서는 약 15% 정도 적은 값을 나타내고 있다.

그리고 절수형 대변기를 사용하는 경우를 상정하여 계산한 결과, NSPC의 6 L 절수형 대변기를 사용하는 것으로 계산한 결과와 참고문헌 4로 계산한 결과는 참고문헌 1보다 1층에서는 약 47%, 10층에서 약 44% 저감된 동시사용유량을 나타내며, 이것은 Alfred Steele⁽⁶⁾에 의한 과대평가되고 있다는 내용과 일치한다고 할 수 있다.

따라서 현재 우리나라에서도 6 L 절수형 대변기의 사용이 의무화된 것을 고려하면 대변기만이라도 우리나라의 데이터를 사용하여 기구급수부하단위와 순간최대유량을 재평가하는 것이 필요하다고 생각되지만, 현재 이들에 대한 평가 작업이 되어 있지 못한 관계로 우선은 외국의 코드에 있는 값을 사용하여 설계하여야 할 것이다.

4. 결 론

미국의 IPC 및 NSPC의 Hunter의 확률법에 의한 기구급수부하단위수가 다름으로 인하여 위생설비 설계시 어려움이 있기에 본 연구에서는 펌프직송 방식에 의해 급수하는 10층의 사무소 건물의 각층에 세정밸브식 대변기 20개, 세정밸브식 소변기 11개, 세면기 18개 및 청소싱크 3개가 모든 층에 동일하게 설치된 경우에 NPC, IPC, NSPC 및 참고문헌 4에 제시된 기구급수부하단위수를 계산하여 순간최대 유량을 비교한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 물 사용량이 가장 많은 대변기가 동시사용유량에 큰 영향을 미친다.

(2) NPC 및 IPC는 거의 동일한 순간최대유량을 나타내며, NSPC에서는 13 L 대변기를 사용하면 NPC보다 1층에서는 약 20 %, 10층에서는 약 15% 정도 적은 값을 나타낸다.

(3) 6 L 대변기를 사용한 NSPC의 결과와 참고문헌 4는 거의 동일한 결과를 나타내며, NPC보다 1층에서는 약 47%, 10층에서 약 44% 저감된 동시사용유량을 나타낸다.

이상의 결과로부터 6 L 대변기의 사용이 의무화된 것을 고려하면, 우리나라에 적합한 위생기구 데이터를 사용하여 기구급수부하단위와 동시사용유량을 재평가하

여야 할 것이지만, 현재 이들에 대한 연구결과가 없으므로 미국의 위생설비 코드에 제시되어 있는 값을 사용하는 경우, NSPC에 제시되어 있는 기구급수부하단위를 사용하여 순간최대 유량을 산정하여 설계하는 것이 좋다고 사료된다.

Reference

1. Manas, V. T., 1957, National plumbing code handbook, McGraw-Hill Book Co., New York.
2. International Code Council, 2011, 2012 International Plumbing Code, International Code Council.
3. National Association of Plumbing-Heating-Cooling Contractors, 2011, 2012 National Standard Plumbing Code Illustrated, NAPHCC.
4. Lee, Y. H., 1999, The evaluation of the simultaneous flow rate for sizing the water supply piping in the office building, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 11, No. 4, pp. 511-517.
5. The Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan, 2009, SHASE-S 206 Plumbing Code, SHASE, pp. 222-228.
6. Alfred Steele, 1982, Engineered Plumbing Design, Construction Industry Press, p. 139.