

국내 배수설비 연결 실태조사 및 상수도 관로 공사 적정품 산정 연구



상수도관로공사 적정품 산정을 위한 실사용역 요약보고서

글 _ 구자용 교수 서울시립대 환경공학부

2003년 가을호 _ 하수도 배수설비 편
배수설비 연결실태조사 및 향후개선대책 연구 요약보고서

2004년 신년호 _ 상수도 편
상수도관로공사 적정품 산정을 위한 실사용역 요약보고서

1. 연구의 목적

배·급수관망은 처리된 물을 수요자들에게 안전하게 공급하는 중요한 역할을 담당하기 때문에 배·급수관망 부설공사는 시공의 안전성과 시공품질을 유지하는 것이 중요하다. 또한 상수도 공사에서 굴착장비는 과거 대형공사장에만 투입되었으나, 기계산업 발전으로 장비대수가 증가함에 따라 손쉽게 소규모 공사장에서 널리 투입 적용되고 있다.

그러나 이러한 건설 시공상의 안전성과 시공품질을 확보하기에는 현재 적용되고 있는 건설표준품셈은 시대의 변천을 잘 반영하지 못하고 있다. 즉, 현재의 품셈은 넓은 지역의 연속적인 토공작업이 가능한 조건에서의 품으로 되어있어, 도시의 발달로 인해 각종 지하매설물이 증가하게 되고 자동차의 보급이 보편화됨에 따라 교통량이 많아져 각 공종의 대기시간이 증가하게 되었으며 관로접합시의 장비대기시간이 많은 상수도관로 공사의 적정효율이 계산되지 않아 공사 시공시의 시공단가와 설계시공 단가 간에 현격한 차이가 발생한다.

즉, 이러한 현상은 도시화에 따른 지하매설물의 증가와 교통증가에 따른 공사시의 작업방해, 그리고 생활수준의 향상에 따라 상수도공사에 대한 민원의 발생 등 현행 공사를 위한 장애들로 공사의 원활한 진행이 이루어지지 않기 때문에 비롯된다. 그에 따라 현재 건설표준품셈 상에 언급하고 있는 굴삭기(백호)의 작업효율이 저하됨에 따라 시공업체의 채산성이 악화되고, 결국 시공의 질 저하로 이어져 상수도 공사의 최종 목표인 시민에게

의 맑은 물 공급을 저해하게 된다.

따라서 본 연구의 목적은 상수도 관로 공사시 시대 변화에 따른 작업효율 감소(지하매설물, 교통량 등)를 감안한 굴삭기(백호)의 작업효율(E값)을 지세별 도시 규모 및 발전 정도에 따라 실사·산정하여 상수도 관로 공사시 적정 설계품을 반영하기 위한 품셈제정안을 제시하는데 있다.

현행 상수도관로공사품셈 상에서 관로부설시 굴삭기의 작업효율(E값)산정의 문제점을 요약하면 다음과 같다.

- ① 굴삭기의 작업효율(E값)산정시 객관적 자료부족으로 인해 주관적 판단의 영향을 받는다.
- ② 굴삭기의 작업효율(E값)산정시 지반의 상태, 작업조건만이 고려되어 산정된다.
- ③ 공사의 난이도, 현장의 공사조건 등을 무시하고 전체 공사에 대해서 동일한 E값을 적용하고 있다.
- ④ 관신설, 개량공사와 가정인입관 개량, 긴급누수 보수공사 등에 동일한 E값이 적용된다.

2. 연구의 범위 및 수행방법

본 연구의 범위는 상수도 공사시 시대 변화에 따른 작업효율 감소를 감안한 E값을 지세별, 도시 규모 및 발전 정도에 따라 실사·산정하여 상수도 관로 공사시 적정 설계품을 반영하기 위한 품셈 제정안을 제시하는 것이다.

본 연구를 효율적으로 수행하기 위하여 연구내용의 특성에 따라 3부분으로 구분하여 시행하며, 각 부문별로 주요 연구내용 및 주요 검토사항은 아래와 같다.

- (1) 현행 상수도관로공사 문제점 조사 및 분석
 - ① 현행 건설표준품셈상의 관련 자료를 분석한다.

- ② 연구 수행을 위한 실사항목선택과 조사내용을 유관기관과 협의한다.
- ③ 현행 상수도관로공사 표준시방서 및 관련 자료를 조사·분석한다.
- ④ 국내 타공사의 품셈을 비교 분석한다.

(2) 현장조사 및 작업량 분석

- ① 문헌조사 및 관련자료를 수집한다.
- ② 실제 공사현장을 답사하여 공사 난이도 평가를 위한 시공 환경을 조사한다.
- ③ 상수도 관로공사 현장의 작업량 실측 및 공사관계자의 의견을 조사한다.

(3) 각 연구과제별 개선안 도출

- ① 실측치와 문헌을 근거로 하여 개선안을 도출한다.
- ② 개선안 도입시 예상 문제점을 파악하고 이에 대한 대안을 제시한다.

3. 결과 및 개선안 제의

관로부설시 굴삭기(백호) 작업효율의 계수 검토는 서울시 2000년 배급수관정비사업 시행계획 중 1단계 지역 중 38개소, 2002년과 2003년에는 서울시 14개소, 부산시 9개소, 경기도 3개소, 대구시 2개소를 선정하여 전체 66개소에 대한 현장 실사를 실시하여 분석이 이루어졌으며, 연구결과는 다음과 같다.

- (1) 관경별 표준굴착단면에 따른 토공량 산출에 의하여 설계E값을 기준으로 실측된 E값의 비율은 보통인 경우가 평균 38.9%, 불량인 경우가 평균 26.6%로 나타나서, 설계E값보다 보통인 경우 평균 61.1%, 불량인 경우 평균 73.4%의 효율저

하가 발생하는 것으로 조사되었다.

- (2) 작업난이도에 따른 단위부설연장당 지하매설물 수와 작업효율(E값)저하와의 관계는 값이 평균근처에 편중되어, 상호간의 뚜렷한 상관성을 보여주고 있지 않으나, 단위부설연장당 지하매설물수가 작업난이도가 보통인 경우는 0.114, 불량인 경우는 0.230으로 조사되어, 지하매설물이 작업난이도의 결정에 많은 영향을 주고 있는 것으로 나타났다.

- (3) 한편, 상수도관로부설공사의 경우 일일 작업량에 영향을 줄 수 있는 인자들로써 지하매설물 수 외에 동원된 작업 인부 수, 작업인부의 숙련도, 주변 환경과 같은 것을 들 수 있으며, 이러한 각 영향인자들에 대한 세부적인 조사가 이루어져, 복합적으로 상관관계를 분석하게 되면, 작업난이도에 따른 작업효율(E값)저하를 평가할 수 있다.

- (4) 공사현장 실사를 통해 구한 백호의 실측 작업효율(E값)을 상수도공사 일위대가표상의 기계터파기에 대해 적용되고 있는 작업효율(서울시는 보통인 경우 0.65, 불량인 경우 0.5, 부산시는 불량인 경우 0.4)에 근사하도록 값을 보정하기 위해서는 별도의 작업효율보정계수를 만들거나 상수도 일위대가표상의 대기효율을 낮게 봐줄 필요가 있다.

- (5) 설계 E값 보정을 위한 작업효율보정계수(대기효율)는 표준굴착단면에 의한 토공량 계산에 의해 보통의 경우 0.389로, 불량인 경우는 0.266으로 조사되었다.

- (6) GIS를 이용할 지하매설물 현황 및 관리를 위한 지하매설물 종합관리 시스템의 급속한 도입으로 종합적이고 과학적인

인프라관리 대책의 수립이 필요하다고 판단된다.

- (7) 또한 지역 특성이 충분히 고려 될 수 있도록 향후 지속적인 추적조사를 통해 합리적인 작업효율 계수의 산정시스템 구축이 필요할 것이다.
- (8) 상수도 관로 공사시 시대 변화에 따른 작업효율 감소(지하매설물, 교통량 등)를 감안한 굴삭기(백호)의 E 값을 다음과 같이 제시한다.

토질명	토질 현장조건	자연상태	
		보통	불량
모래, 사질토		0.30	0.19
자갈섞인 흙, 점성토		0.26	0.15

- 1) 표준품셈 제1장 지세별 활층이 제외된 기본값임
- 2) 상기 E값은 터파기시 0.05를 뺀 값이 반영된 작업효율임
- 3) 터파기시 지하매설물확인 보조인부 1인을 둘 수 있다.

보통의 경우	불량의 경우
주책가지역 또는 장비 굴착폭이 협소하며 지하매설물이 보통인 주책가 간선도로 굴착작업시	<ul style="list-style-type: none"> • 주책가지역 또는 굴착폭이 협소하며 지하매설물로 인하여 연속적인 굴착 작업이 불가능할시 • 주책가 이면도로 굴착작업시

표 1) 지하매설물로 인한 작업저하시 작업효율(E'값)

	현재 표준품셈	표준품셈 개선안
Q(버킷용량)	0.2m³	0.2m³
K(버킷계수)	0.9	0.9
F(토량환산계수)	0.80	0.80
E	일반 0.650	0.30
cm(1회사이클시간)	19	19
$Q = \frac{3600 \times q \times k \times f \times E}{Cm}$	$\frac{(3600 \times 0.2 \times 0.9 \times 0.8 \times 0.65)}{19}$	$\frac{3600 \times 0.2 \times 0.9 \times 0.8 \times 0.30}{19}$
시간당 작업량(m³/hr)	17.73(m³/hr)	8.18(m³/hr)

각각의 E값은 모래, 사질토의 토양에 적용되는 값으로 터파기시의 공제 (-0.05)가 적용된 값이다.

표 2) 유압식 백호 E값 비교(작업난이도 보통)

	현재 표준품셈	표준품셈 개선안
사용 장비	0.2m³	0.2m³
재료비(원/m³)	3,050(원/hr) / 17.73(m³/hr) = 172(원/m³)	3,050(원/hr) / 8.18(m³/hr) = 372(원/m³)
노무비(원/m³)	26,152(원/hr) / 17.73(m³/hr) = 1,475(원/m³)	26,152(원/hr) / 8.18(m³/hr) = 3,197(원/m³)
경비(원/m³)	7,350(원/hr) / 17.73(m³/hr) = 415(원/m³)	7,350(원/hr) / 8.18(m³/hr) = 898(원/m³)
합계(원/m³)	2,062(원/m³)	4,467(원/m³)

표 3) 기계경비단가(작업난이도 보통)

	현재 표준품셈	표준품셈 개선안
Q(버킷용량)	0.2m³	0.2m³
K(버킷계수)	0.9	0.9
F(토량환산계수)	0.80	0.80
E	일반 0.50	0.19
cm(1회사이클시간)	19	19
$Q = \frac{3600 \times q \times k \times f \times E}{Cm}$	$\frac{3600 \times 0.2 \times 0.9 \times 0.8 \times 0.50}{19}$	$\frac{3600 \times 0.2 \times 0.9 \times 0.8 \times 0.19}{19}$
시간당 작업량(m³/hr)	13.64(m³/hr)	5.18(m³/hr)

각각의 E값은 모래, 사질토의 토양에 적용되는 값으로 터파기시의 공제 (-0.05)가 적용된 값이다.

표 4) 유압식 백호 E값 비교(작업난이도 불량)

	현재 표준품셈	표준품셈 개선안
사용 장비	0.2m³	0.2m³
재료비(원/m³)	3,050(원/hr) / 13.64(m³/hr) = 224(원/m³)	3,050(원/hr) / 5.18(m³/hr) = 589(원/m³)
노무비(원/m³)	26,152(원/hr) / 13.64(m³/hr) = 1,917(원/m³)	26,152(원/hr) / 5.18(m³/hr) = 5,049(원/m³)
경비(원/m³)	7,350(원/hr) / 13.64(m³/hr) = 539(원/m³)	7,350(원/hr) / 5.18(m³/hr) = 1,419(원/m³)
합계(원/m³)	2,680(원/m³)	7,057(원/m³)

표 5) 기계경비단가(작업난이도 불량)

	현재 표준품셈	표준품셈 개선안	상승비용
사용 장비	0.2m³	0.2m³	-
작업난이도 보통	2,062(원/m³)	4,467(원/m³)	2,405(원/m³)
작업난이도 불량	2,680(원/m³)	7,057(원/m³)	4,377(원/m³)

표 6) 기계경비단가의 종합 비교

공사구간	작업난이도 보통			작업난이도 불량		
	현재 표준품셈	표준품셈 개선안	상승비용	현재 표준품셈	표준품셈 개선안	상승비용
100m	잘못된 계산식	348,426	187,590	209,040	550,446	341,406
200m	321,672	696,852	375,180	418,080	1,100,892	682,812
500m	804,180	1,742,130	937,950	1,045,200	2,752,230	1,707,030
1,000m	1,608,360	3,484,260	1,875,900	2,090,400	5,504,460	3,414,060

계산식: 0.780m³/m × 길이 × 중기운용비용

표 7) 공사구간 길이별 중기운용비용의 변화

4. 제시된 개선안의 적용 예

용역결과로 산출된 E 값이 중기운용비에 반영될 경우, 중기(백호) 운용비의 변화를 알아보기 위해 2003년 현재 서울시에서 적용되고 있는 상수도 터파기공사 백호운용비 산출방법에 현재 표준품셈 E값과 개선된 E 값을 0.2m³ 유압식백호의 예를 들어 적용, 비교하여 나타냈다. 표 5)의 산출결과를 관경 150mm 인 경우를 예를 들어 총 공사구간이 1km라 하였을 때 총 터파기량은 아래 그림 1)과 같이 계산된다.

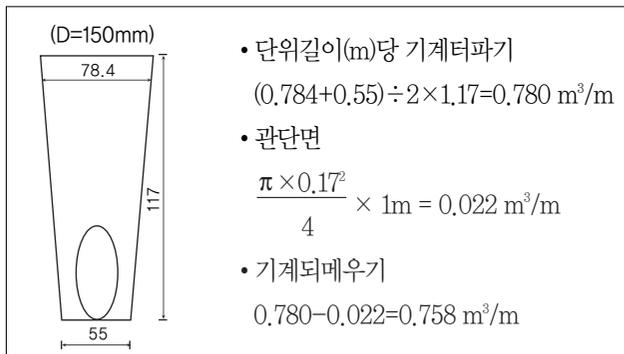


그림 1) D=150mm 표준굴착단면(서울시)

	계산결과(공사구간 1km인 경우)	
서울시 공사비용 (실사현장 3개소 평균)	181,000,000 (1억 8천 1백만 원)	
도급비의 영향인자 (잡비)를 고려하였을 경우 = 상승액 × 1.5	보통	
	1,900,000(1백9십만 원) × 1.5 = 2,850,000(2백 8십 5만 원)	
총공사비 상승비율	불량	
	3,400,000(3백 4십만 원) × 1.5 = 5,100,000(5백 1십만 원)	
	보통	불량
	1.6%	2.8%

표 8) 공사구간 1km에 대한 영향분석

단위길이(m)당 터파기량이 0.780m³임으로 현장감 있는 비교를 위해 공사구간을 100m, 200m, 500m, 1,000m로 구분하여 공사비용변화를 비교해 보았다.

표 7)에서 나타낸바와 같이 공사구간이 1,000m일 경우 작업난이도가 보통일 때 중기운용비의 상승치는 약 190만 원이었고 작업난이도가 불량인 경우에는 약 340만 원의 상승치를 나타내었다. 서울시 실사대상 현장 3개소의 단위길이(m)당 총공사비용의 평균비용을 계산한 결과 181,000원/m으로 나타났다. 표 8)에서는 현재 서울시에 적용되는 공사비용을 공사구간 1km에 대하여 영향분석을 하였다.

분석결과 작업난이도 보통의 경우 공사구간이 1km인 현장에서는 제시된 개선안을 적용하였을 때 총 공사비용의 1.6%가 상승하는 것으로 계산되었으며, 작업난이도 불량인 경우에는 2.8%가 상승하는 것으로 나타났다.

1일 공사연장길이
 = 시간당 작업량(m³/hr) ÷ 단위길이당 터파기량(m³/m) × 백호의 총 작업시간(hr/일)

그러나 현재 현장에서 터파기 작업에 소요되는 백호의 1일 지급비용이 약 35만 원으로 조사되었는데 실사결과로 1일 공사연장의 길이를 위의 계산식으로 계산하면 작업난이도 보통일 때 87m, 불량일 때 56m를 공사할 수 있는 값이 된다.

개선된 백호운용비용으로 각 난이도에 대한 중기운용비용을 산출하면 작업난이도 보통일 경우 303,130원이고, 작업난이도 불량인 경우 308,249원이 된다. 계산 결과에 주택가 도심지 할증 15%를 반영할 경우 현재 지급되는 비용과 같은 약 350,000원의 결과가 산출된다. ☺