



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

폼셈 기반의
생산성 분석에 관한 연구
- 무진동 암 터파기 공법을 중심으로 -

The logo of Jeju National University is a large, faint watermark in the background. It features a stylized flame or leaf shape in blue, green, and purple, with the text 'JEJU NATIONAL UNIVERSITY 1952' and '제주대학교' (Jeju National University) around it. In the center of the logo is a book icon with 'JEJU 1952' below it.

濟州大學校 産業大學院

建設環境工學科

李 瑾 操

2011 年 02 月

품셈 기반의
생산성 분석에 관한 연구
- 무진동 암 터파기 공법을 중심으로 -

指導教授 李 東 昱

李 瑾 操

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

2011年 02月

李瑾操의 工學 碩士學位 論文으로 認准함

審査委員長 _____ 印

委 員 _____ 印

委 員 _____ 印

濟州大學校 産業大學院

2011年 02月

**Productivity Analysis For Based Standard
Estimation of Non-Vibration Rock Mass
Excavation Method**

Geun-Jo Lee

(Supervised by Professor Dong Wook Lee)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for
the degree of Master of Engineering

2011. 02

This thesis has been examined and approved

Thesis director, Byung-Gul Lee, Prof. of Civil & Ocean Engineering

Thesis director, Sang-Jin Kim, Prof. of Civil & Ocean Engineering

Thesis director, Dong Wook Lee, Prof. of Civil & Ocean Engineering

February. 2011

Department of Construction and Environmental Engineering
GRADUATE SCHOOL OF INDUSTRY
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

목 차	i
표 목 차	iii
그 립 목 차	iv
국 문 요 약	vi
I. 서 론	1
1.1 연구 배경 및 목적	1
1.2 연구 범위와 방법	3
1.3 기존연구 동향	5
II. 표준품셈 적산방식의 이론적 고찰	6
2.1 연구 배경 및 목적	6
2.2 연구 범위와 방법	8
2.3 기존연구 동향	9
III. 무진동 암 터파기 공법의 분석	11
3.1 암 터파기 공법의 비교	11
3.2 무진동 암 터파기 공법의 특성	16
3.3 무진동 암 터파기 공법의 작업절차 분석	17
3.4 투입장비 및 인원 도출	20

IV. 일위대가 산정을 위한 생산성 분석	22
4.1 데이터 수집 방법	22
4.2 공종별 생산성 분석	23
1) 작업시간 분석	23
2) 천공작업 생산성 분석	31
3) 코아제거 및 할암절개 생산성 분석	36
4) 절개암분리 생산성 분석	39
5) 집토 및 상차 생산성 분석	40
4.3 무진동 암 터파기 일위대가 분석	41
V. 결 론	42
VI. 참고문헌	44

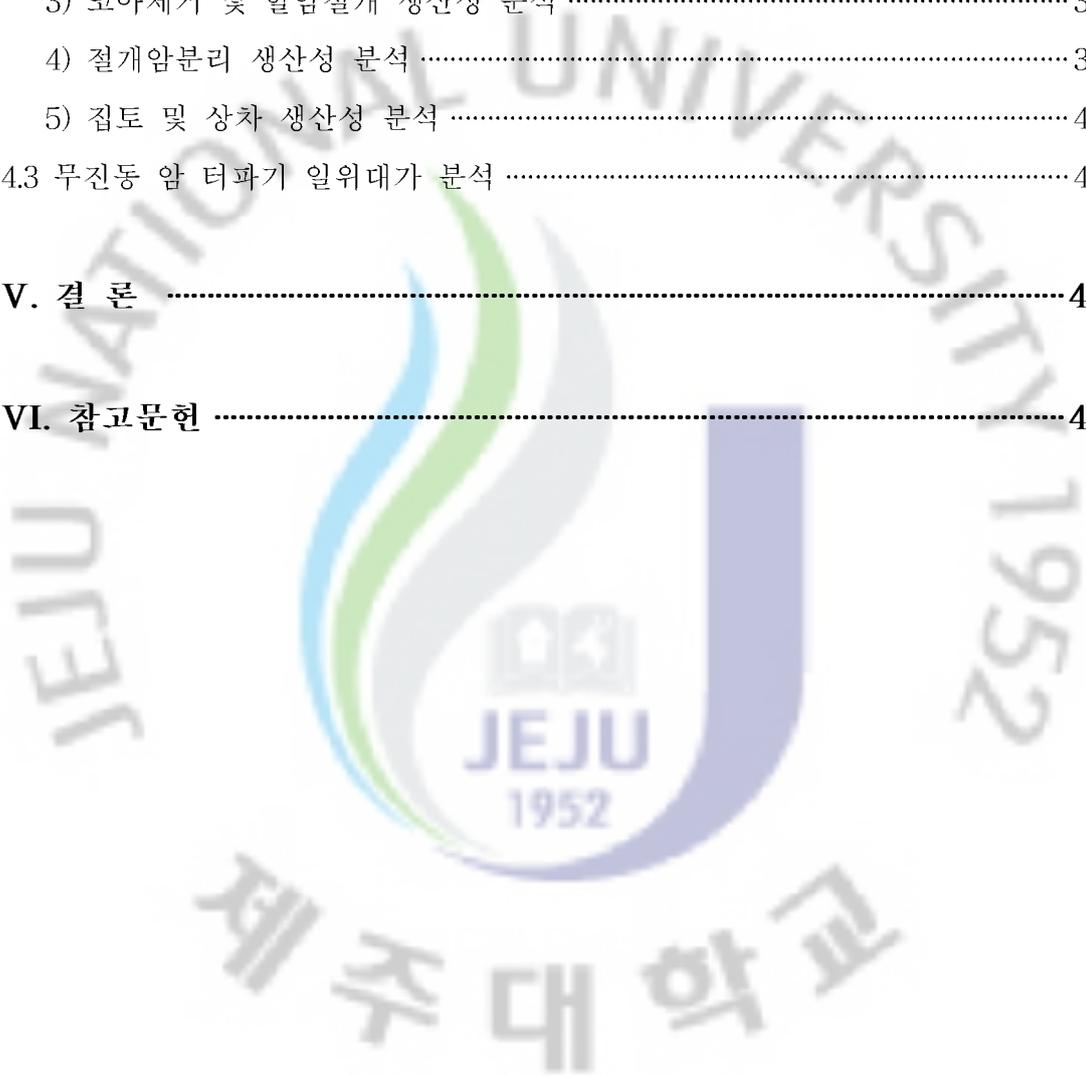


표 목 차

표 1. 암 터파기 공법의 비교	14
표 2. 암 터파기 공법의 비교	15
표 3. 무진동 암터파기 공법의 작업 절차	19
표 4. 무진동 암 터파기 공법의 투입 장비	21
표 5. 무진동 암 터파기 공법의 투입 인력	21
표 6. 작업시간 산출 방법	24
표 7. A 현장의 작업시간 측정 결과	25
표 8. B 현장의 작업시간 측정 결과	26
표 9. C 현장의 작업시간 측정 결과	27
표 10. 절개암 분리 작업 시간	28
표 11. 작업별 작업시간 분류 결과	28
표 12. 작업별 A현장의 작업시간 분류 결과	28
표 13. 작업별 B현장의 작업시간 분류 결과	29
표 14. 작업별 C현장의 작업시간 분류 결과	29
표 15. 작업별 작업시간 도출 방법	30
표 16. 작업별 작업시간 도출 결과	30
표 17. 작업별 소요금액 도출 결과	41
표 18. 무진동 암 터파기 일위대가표	41

그림 목 차

그림 1. 연구의 흐름도	4
그림 2. 무진동 압 터파기 시공 절차	18



Summary

Non-Vibration rock excavation is most widely used at sites in urban area because of public appeals due to noise, vibration and dust generated when crushing rocks in a construction work and resulting delay or stoppage of works.

In case of the current rock excavation, though there is a design unit price based on Standard Estimation of a similar method, when taking account of the form, scale, type and technical aspect of construction which fit the characteristics of sites in Jeju area, the standard for design is insufficient.

Accordingly, we carried out this study with an objective to analyze productivity of the work and present the result by investigating Non-Vibration rock excavation sites in Jeju Island through monitoring, and to deduce realistic and efficient construction cost by deducing the basic data required for construction cost estimation.

The summarized process of construction cost estimation is as follows:

- 1) The scope of study was limited to sewer pipes or vibration-free rock excavation method used at road sites in Jeju Island and rock being crushed is limited to soft rock.
- 2) Deployed equipment and manpower were deduced through analysis of vibration-free rock excavation method.
- 3) Productivity was analyzed by each detailed trade in order to estimate bill of quantities.
 - Basic data for unit price estimation was deduced by measuring and analyzing the work time of each detailed trade in accordance with the work process.
- 4) The unit prices for material cost, labor cost and equipment cost required

for construction of unit quantity were estimated by the unit work method based on Standard Estimation utilizing the data measured and analyzed.



I. 서론

1. 1 연구 배경 및 목적

건설공사에서 암 파쇄에 대해 시공 시 일반적으로 사용되고 있는 브레이커, 및 화약발파의 작업은 주거지 또는 건물, 상가들이 밀집된 지역에서 소음, 진동, 분진 등의 많은 민원과 이로 인해 공사의 지연 또는 중지 등 많은 어려움을 겪고 있다.

암반의 파쇄 공법은 장소에 따라 절취, 지하 터파기 등으로 크게 분류되고 현장 시공 시 진동의 발생 형태에 따라 보편적으로 무진동, 미진동, 유진동으로 분류되며, 이러한 문제점들을 최소화 할 수 있는 방법으로 무진동 암 터파기 공법이 현장에서 가장 많이 적용 되고 있다.

본연구의 범위인 제주도내 현장에서의 무진동 암 터파기 공법은 하수관거 및 일부 도로현장에서 시공되고 있다. 현행 암 터파기의 경우 무진동 암 터파기의 여러 유사 공법에 대해서 표준품셈을 기반으로 한 설계단가가 존재하고 있으나 이는 연구범위의 단가를 산정 시 현장의 규모, 지역성, 공기 등을 고려해 봤을 때 설계에 대한 기준이 미흡한 실정이다.

또한 일반적이고 보편적인 공종에 대해 기본으로 작성되어 효과적 비용 산정이 이루어지지 못하고 있으며, 시공업체에서 작성한 지방서 내용을 검토해본 결과 투입장비 및 인원, 시공유의사항, 품질관리의 측면에서 수정 및 보완 되어져야 하는 실정이다.

표준품셈에 표준이라고 간주할 수 없는 단가를 곱해서 재료비, 노무비 및 공사의 종류에 따라서는 소모품 혹은 사용기계의 손료 등을 산출하고 그것들을 집계해서 그 세목공사의 비용을 예측하는 것으로 일위대가표가 있다. 그러나 현재의 표준품셈과 일위 대가표는 공사의 특수성에 부합하지 못해 형식적 자료로서만 운용되고 있을 뿐이다.(최근식, 1997)

현행 무진동 암 터파기 공법에 대해 산출된 공사비는 그 기준과 그에 대한 품이 불명확하여 공법의 전문성과 신뢰성이 시공에 대한 적용에 충족되지 않다고 판단되어 진다.

이에 제주도내 무진동 암 터파기 공법의 시공을 모니터링 하여 그에 대한 조사 및 분석에 따른 작업의 생산성을 분석하여 결과치를 제시하고 공사비 산정시 필요한 기초자료를 도출함으로써 공법의 현장 시공시 공사 품질의 향상과 경제성 향상을 위한 효율적인 공사비 도출을 목표로 하였다.

또한 그와 유사한 공종에 대해서 제주도내의 특성을 적용할 수 있는 새로운 기초 자료로 활용 되는 중요한 자료가 될 것이다.



1. 2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 무진동 압 터파기 공법에 대해 생산성을 분석하여 표준품셈을 기반으로 한 효율적인 단위작업 방식의 공사비 산출을 제안하는 것이다.

연구의 범위는 제주도내의 하수관거 또는 도로현장에서 시공되고 있는 무진동 압 터파기 공법을 대상으로 하였으며, 파쇄 암반은 연암으로 한정 하였다.

또한 무진동 압 터파기 공사의 측정대상 작업은 현장의 모니터링을 통하여 각 세부공정에 대한 시간, 노무, 자재 등의 측정을 실시하고 그에 따른 공기 및 시공 연장에 대한 자료를 측정, 분석 하였다. 그 내용을 토대로 현행 설계 방식인 표준 품셈을 기반으로 한 표준적 기준으로 단위수량 시공에 소요되는 재료비, 노무비, 경비 등을 기본수량으로 나타낸 단위작업 방식의 무진동 압 터파기 단가를 산출 하여 공사비 산정방식의 효율적인 방향을 제안하기 위한 연구를 진행하였다.

1. 문헌조사를 통하여 표준품셈의 고찰과 품셈을 기반으로 한 단위작업 방식의 적산 산정방식에 대해 고찰하고, 표준품셈 적산방식의 문제점에 대해 검토 하였다.
2. 무진동 압 터파기 공법의 분석을 통하여 공법의 특성 및 투입장비와 인원을 도출 하였다.
3. 일위대가 산정을 위해 각각의 세부 공종별로 생산성을 분석 하였다.
 - 현장의 모니터링을 통해 세부 공종에 따른 공기 및 시공 연장에 대한 자료를 측정, 분석 하여 단가 산출의 기초자료를 도출 하였다.
4. 측정 및 분석 자료를 활용하여 표준품셈을 기반으로한 단위수량 시공에 소요되는 재료비, 노무비, 경비 등을 단위작업 방식으로 무진동 압 터파기 단가를 산출 하였다.

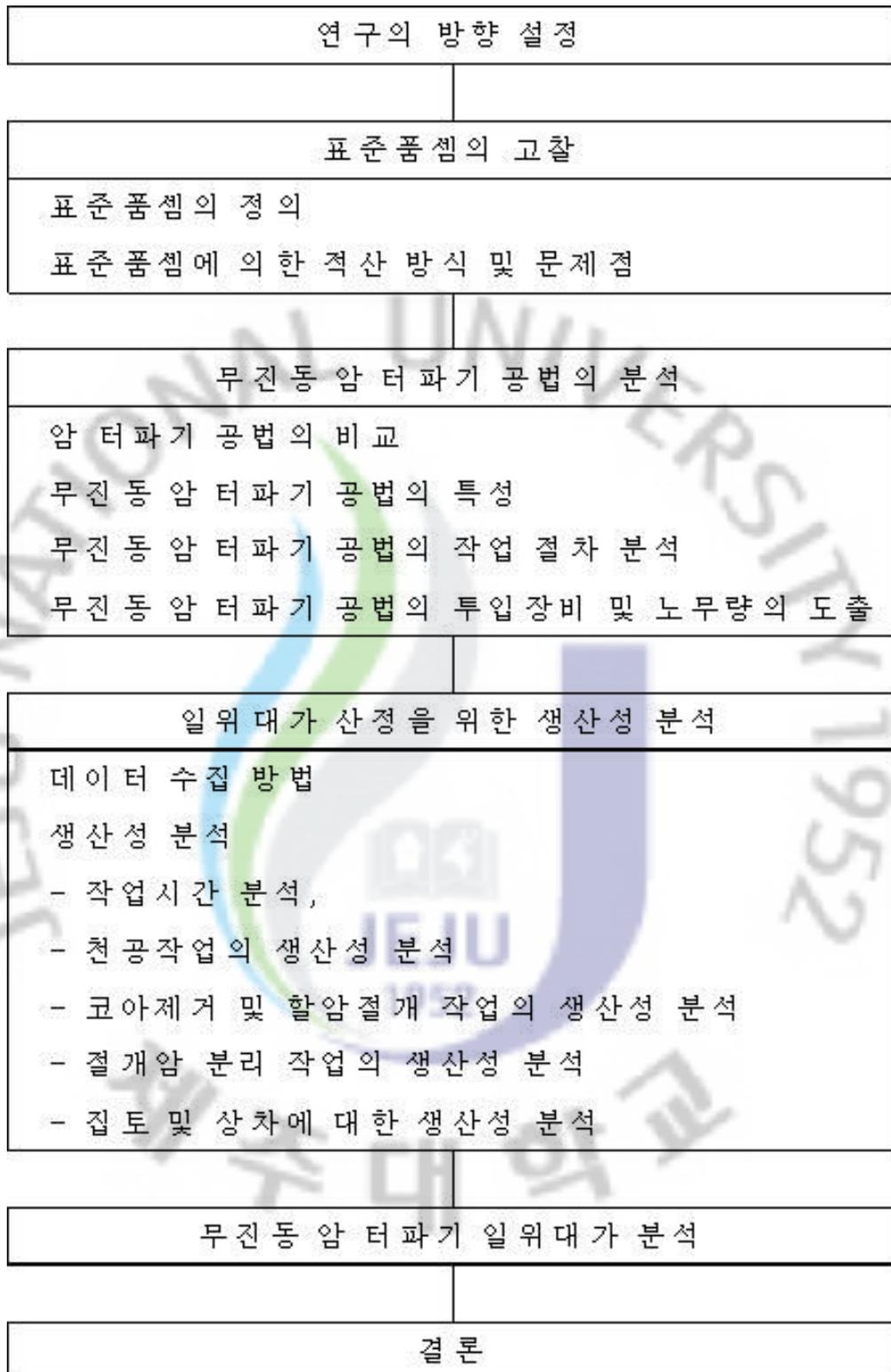


그림 1. 연구의 흐름도

1. 3 기존 연구 동향

건설공사에 대한 공사단가와 공사효율의 중요성을 인식하여 현재 사용되는 단가에 대한 문제점이 제기되고 있다. 그에 대해 표준품셈을 고려하지 않은 실적공사비 등의 생산성에 관련된 연구는 상대적으로 많은 반면, 현행의 제도를 이용하여 현장에서의 작업여건을 고려한 생산성에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

먼저 박경부 (2000) 논문은 건설 소음, 진동 기준과 기존의 미진동, 무진동 공법과 유압 피스톤식 무진동 암반절개 공법인 GNR공법에 대해 고찰 및 비교 하였다. 발파를 대체하는 유압파쇄 공법의 적용이 시공성과 경제성에서 가장 유리할 뿐만 아니라, 소음, 진동을 가장 효율적으로 저감할 수 있으나, 소음에 의해 민원 발생의 문제점을 지적 하였고, 소음·진동을 저감하고, 시공성·경제성을 높여줄 뿐만 아니라 선행 작업과 후속작업의 새로운 적용으로 신기술 GNR공법의 효율에 대해 연구 하여 향후의 전망 및 개선사항에 대하여 논의 하였다.(박경부, 2000)

최근식 (1997) 논문은 공간 자체가 상품으로서 고객에게 보여지는 큰 특징을 가진 실내 건축의 모델하우스 설치를 위한 목공사를 대상으로 작업실태를 조사하여 현행 공사비 산정시 필요한 기초자료로서의 일위대가표를 작성하고, 그로서 공사비 구성의 신뢰성 확보를 위한 방향성을 제시 하였다.(최근식, 1997)

본 연구에서는 제주도내 무진동 암 터파기 현장의 모니터링을 통해 작업 시간 및 세부 작업의 분석을 실시하여 효율적인 공사비 산정을 위한 적산 모델을 제시하고자 한다.

II. 표준품셈 적산방식의 이론적 고찰

2. 1 표준품셈의 정의

표준품셈은 정부에서 제정한 것으로서, 사람이나 기계 등으로 어떤 목적물을 창조하기 위하여 대표적인 공종과 공법을 기준으로 표준적인 방법과 설비로, 경제적이고 안전성을 고려한 시공에 의해, 평균적인 수준의 시공자가 작업할 수 있는 품량을 표준화 한 것으로, 국가 및 공공단체에서 시행하는 건설공사의 견적 향상과 공사비의 적정한 예정가격을 산정하기 위한 기초자료로 단위공정별로 소요되는 노력과 재료량을 수량으로 표시한 것을 말한다.(손재철, 2008)

이는 건설공사의 예정가격을 산정하기 위해 단위공종별로 시공하는데 필요한 재료비 노무비 경비로 나누어 공종별 비용을 산출하여 전체 공사비용을 계산하기 위한 방식이다.

1962년 제정으로 40여년 이상 유일한 적산기준으로 활용되어 건설공사중 대표적이고 보편적이며 일반화된 공종, 공법을 토대로 매년 50~60개 정도의 항목에 대해 제·개정이 이루어지고 있으며 국가, 지방자치단체, 정부투자기관 및 위 기관의 감독과 승인을 요하는 기관은 물론 민간사업에도 광범위하게 이용되는 공사비 산정의 기초자료로 활용되고 있다.

1) 적산 (續算, estimate) : 공사에 소요되는 직접 공사비와 간접 공사비, 경비, 일반관리비 등을 계산하는 것. 직접 공사비는 공사용 재료비, 노무비, 기계경비 등을 말하나 기계경비를 경비항목으로 계산하는 경우도 있다. 재료는 직접 재료비와 간접 재료비로 구분하며 간접 재료비는 공사 목적물의 실체를 구성하지 않는 보조적인 자재를 말한다. 노무비도 직접 노무비와 간접 노무비로 구성되며, 간접 노무비는 공사 목적물의 작업에 투입되는 노무가 아닌 현장 사무소의 임직

원 및 관리요원의 급여 등의 노임을 말한다. 이 같은 비용의 계산은 복잡한 현장 조건에 따라 구분되며 현장 생산방식인 점에서 발주자의 표준적인 비용 산정과 현장 수주자의 생산 및 시공 공사비와는 차이가 생기고 하도급의 경우는 더욱 달라진다. 도급공사의 경우는 표준적인 이윤도 계상해야 한다. 우리나라의 경우는 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률시행규칙과 원가계산에 의한 예정가격작성준칙(재정경제부 예규)에 의거 공사비 등을 계산 한다.(건축,도시연구정보센터 <http://www.auric.or.kr/>, 2010)

2) 품셈 (estimated unit manpower and materials) : 사람이나 기계가 어떤 물체를 창조하기 위하여 단위당 소요로 하는 노력과 물질을 수량으로 표시한 것. 즉 단위당 노무공량인 [품]과 [재료]의 수량을 나타낸 적산기준 이다.(건축,도시연구정보센터 <http://www.auric.or.kr/>, 2010)

2. 2 표준품셈의 적산 방식

적산이란 건설공사의 수행에 소요되는 공사비를 공사의 실시단계부터 시공계획에 준하여 산정하는 행위로 이는 해당공사에 대하여 공종별로 산출된 시공수량에 단위당 공사단가를 적용하여 공사에 소요되는 직접금액을 합산한 후 제반 법령에 의한 간접공사비 및 관리비, 일반관리비, 경비, 이윤 및 세액을 합산하여 총 공사원가를 계산하는 원가 계산과정이다.(박준보, 2007)

한 공종의 시공에 대해 그에 소요되는 재료, 노무, 장비 및 그에 따른 경비를 표준품셈과 물가정보 등을 이용하여 단위수량에 대한 공사단가를 산출하게 된다.

자재의 거래실례가격은 조달 또는 전문 가격조사기관에서 조사·발간하는 자료를 활용하고 있다. 전문 가격조사기관에서 조사·공표하는 자재단가의 경우 적정한 거래가 형성된 가격을 조사하여 발간하도록 하고 있으나, 일부 자재의 경우

생산자가 대외적으로 공표한 판매희망가격인 생산자공정표가격을 제시하고 있어 실제 거래실례 가격으로 보기에 한계가 있는 것으로 나타나고 있다.

노임단가는 그동안 재정부에서 129개 직종에 관해 고시하여 온 정부노임단가를 활용하여 인건비를 산정하는 기초자료로 활용하여 왔다. 그러나 정부노임단가가 건설시장의 실제 지급단가와 격차를 지니고 있어 1995년부터 통계법 제3조의 규정에 의하여 통계작성승인을 받은 기관이 조사·공표한 가격을 적용하도록 함에 따라 대한건설협회에서 매년 2회 발표하는 시중 노임을 반영하게 되었다.(윤무희, 2001)

2. 3 표준품셈에 의한 적산 방식의 문제점

표준품셈은 정부 등 공공기관에서 시행하는 건설공사의 적정 예정가격을 산정하기 위한 일반적인 기준이나, 이는 일반적이고 보편적인 공종에 대하여 기본으로 작성되어 건설공사의 특성이나, 규모, 다양성 등을 반영하지 못한 일률적인 단가의 적용으로 효과적인 비용 산정이 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

표준품셈 방법은 건설공사의 표준적이고 보편적인 공법을 기준으로 단위수량 시공에 소요되는 재료량, 노무량, 장비사용시간 등을 품 구성을 기본수량으로 나타낸다. 하지만 표준품셈은 시공부위, 규모 등에 관계없이 공사단가를 적용하고 비용의 불확실성을 평균치에 의한 단일 값으로 산정한다.(박춘보, 2007)

또한 표준품셈은 매년 평균 50~60개 정도의 항목에 대한 제·개정이 이루어지고 있으나, 지나치게 복잡한 제 개정 절차와 그와 더불어 10여년 이상 개정되지 않고 있는 항목도 존재하는 등 급변하는 신기술, 신공법의 생산성 향상과 관련된 환경변화에 적절히 대응하지 못해 이에 적용이 어려운 실정이다.

설계의 측면으로는 적산담당자의 경험과 판단에 의해 작성되는 단가산출서 및 내역서의 작성 방법의 특별한 규정이 존재하지 않아 이로 인해 급속한 건설기술

의 변화에 반영이 곤란하고, 건설업체의 기술개발의 의지를 저감 시키는 등 많은 영향을 미치게 된다.

노임단가는 통계작성 승인을 받은 기관이 조사 및 공표한 가격을 적용하도록 함에 따라 대한건설협회에서 매년 2회 발표하는 시중노임단가를 적용하고 있다.

현재 사용 중인 시중노임단가는 지역 간 가격차에 대한 구분이 없고 품에 대한 적정성 검토 없이 시중 노임을 적용함에 따라 예정가격 산정결과의 적정성에 대한 논란이 제기될 수밖에 없는 문제를 가지고 있으며 시중노임단가의 적정성 논의는 현행 노무비 적산방식이 지속되는 한 계속될 것으로 예측되고 있다.

전문가격 조사기관에서 조사 및 공표하는 자재단가는 적정한 거래가 형성된 가격을 조사하여 발간하도록 하고 있으나, 일부 자재의 경우 생산자가 대외적으로 공표한 판매희망 가격인 생산자 공표가격을 제시하고 있어 실제 거래가격으로 취급하기에는 한계가 있는 것으로 지적되고 있다.(이성복, 2006)

Ⅲ. 무진동 암 터파기 공법의 분석

3. 1 암 터파기 공법의 비교

건설공사에 있어서 암을 파쇄 하는 공법은 장소에 따라 절취, 지하 터파기 등으로 크게 분류되고 현장 시공 시 진동의 발생 형태에 따라 보편적으로 무진동, 미진동, 유진동으로 분류 되며, 시공 시 장비 및 재료의 적용에 따라 여러 가지 공법으로 나뉜다. 암 터파기 시공 시 보편적으로 행해지고 있는 공법들에는 본 연구의 무진동 암 터파기 공법과, 무진동 +기계 암 터파기 공법, 미진동 파쇄기 공법 및 약액주입 공법이 주를 이루고 있다.

각 공정에 대해 시공방법 및 시공성, 안전성 환경성과 각각 공법의 장·단점들을 적용하여 현장의 적용성에 대해 검토해 보았다.

첫 번째 무진동 암 터파기 공법은 코아드릴을 B/H굴삭기 장비에 장착하여 천공한 후, 유압실린더의 할암봉으로 암을 절개하여 파쇄하는 공법으로 시공성, 안전성, 환경성에 있어 브레이커 2차 암파쇄 공정이 없으므로, 무진동, 무소음 공사가 가능한 공법이다.

전체공정에서 무진동, 무소음으로 암 터파기가 가능하므로 시공 시 고려사항으로 가장 큰 비중을 차지하고 있는 구조물의 균열 및 민원을 예방 할 수 있는 장점을 가지고 있으나, 공사기간이 많이 소요 되는 동시에 타 공법에 비해 공사단가가 고가라는 단점을 가지고 있다. 그에 따라 현장의 적용성에서 인근 구조물에 균열발생이 우려되는 지역에는 꼭 필요한 공법으로 검토 되었다

두 번째로 무진동+기계 암 터파기 공법은 유압 코아드릴 천공 후 유압실린더의 할암봉으로 암을 절개 하는 공법이다. 브레이커의 2차 암 파쇄 공정이 필요한 공법으로 시공성, 안전성, 환경성의 검토 시, 이때 발생하는 생활 진동과 충격진

동이 허용치를 초과하는 점과 진동 및 분진의 발생으로 인한 민원 및 구조물의 균열로 공사 진행에 차질이 발생하게 되어 주거지 또는 건물, 상가들이 밀집된 지역에서 부적합한 공법으로 검토 되었다.

이 공법은 진동으로 인한 피해나 민원이 없는 구간에서는 작업 속도가 빠른 장점을 가지고 있으나, 위에서 언급된 것과 같이 브레이커 암 파쇄 시 진동 및 소음 발생으로 인한 균열 및 민원이 발생하는 단점을 가지고 있다.

세 번째 미진동 파쇄기 공법은 천공 후 미진동 파쇄기, 화약을 장약하고, 전기 점화하여, 순간적인 고열, 가스 팽창으로 균열을 발생시켜 암을 파쇄하는 공법으로, 시공성의 검토 시 화약에 의한 공사로 화약류 법에 의한 허가와 시공관리가 필요 하게 되고, 안전성에 대해 화약 사용으로 주변 주민이나 통행차량 안전에 위험을 줄 수 있으며, 환경성에 대한 검토 시 브레이커로 2차 암 파쇄를 해야 하므로 진동, 소음의 문제점이 발생한다.

이 공법은 공사비 단가가 저렴한 장점을 가지고 있으나, 화약류 법에 의한 허가 및 시공 시 진동 계측관리를 실시해야 하는 점과, 공극이 많은 현무암 지형에는 발파효과가 적고, 브레이커 2차파쇄시 추가로 진동, 소음이 발생하는 단점을 가지고 있다. 따라서 현장 적용의 검토 시 현장에 인접하여 주택 및 구조물이 있고, 도로 차량이 주행 중인 지역에서는 안전 관리상 적용이 부적합한 공법으로 검토 되었다.

네 번째 약액주입 공법은 비폭성 파쇄제에 물을 가하여 화학반응으로 발생하는 팽창압으로 암을 파쇄하는 공법으로, 취급이 용이하고, 진동이 발생하지 않는 시공성 및 안정성을 가지고 있으나, 환경성에 대해 브레이커로 2차 암 파쇄를 해야 하므로 부적합한 공법으로 검토 되어 진다. 이 공법은 무공해이고, 취급이 용이한 장점을 가지고 있으나, 주입에서 양생까지 최소 6시간이므로 공사기간이 길어 민원이 가중되고, 공사단가가 고가이며, 브레이커 2차 암 파쇄 시 진동, 소음 발생하는 단점을 가지고 있다.

각 공정에 대해 시공방법 및 시공성, 안전성 환경성과 각각 공법의 장, 단점을 적용하여 현장의 적용성에 대해 검토 한 결과 소음, 진동, 분진 등의 많은 민원과

이로 인해 공사의 지연 또는 중지 등 많은 어려움을 겪고 있는 주거지 또는 건물, 상가들이 밀집된 지역에서 본 연구에서 다루고 있는 무진동 암 터파기 공법이 가장 적합한 공법으로 검토 되었다.

다음 표 1, 2 는 각 공법에 대해 비교 분석한 결과이다.



표 1. 암 터파기 공법의 비교

구 분	1안: 무진동 암터파기 공법 (당해 현장 적용검토 공법)	2안: 무진동 +기계 암터파기 공법 (전문시공업체 견적 공법)
1. 공법개요	-코아드릴을 B/서굴삭기 장비에 장착하여 천공한 후, 유압실린더의 활암봉으로 암을 절개하여 파쇄함.	-유압코아드릴 천공후 유압실린더의 활암봉으로 암을 절개하여 파쇄함.
2. 시공성, 안전성, 환경성 검토	-브레이커 2차 암파쇄 공정이 없으므로, 무진동, 무소음 공사가 가능함.	-브레이커 2차 암파쇄 공정이 필요하며, 이때 발생하는 생활진동과 충격진동이 허용치를 초과하여, 민원, 주택균열로 공사 진행에 차질이 발생함.
3. 장점	-전체공정에서 무진동, 무소음으로 암터파기가 가능하므로, 주택균열, 민원이 예방됨.	-진동으로 인한 피해나 민원이 없는 구간에서는 작업 속도가 빠름.
4. 단점	-공사시간이 많이 소요됨. -브레이커 파쇄공법에 비해 공사 단가가 고가임.	-브레이커 암파쇄시 진동 및 소음 발생으로 인한 주택균열 및 민원이 발생함.
5. 현장 적용성 검토	-인근 건물에 균열발생이 우려되는 지역에는 꼭 필요한 공법임.	-브레이커 암파쇄시, 주택균열 및 소음피해가 예상되고, 단가도 고가이므로 적용이 부적합함.

표 2. 압 터파기 공법의 비교

구 분	3안 : 미진동 파쇄기 공법 혼합화약류 공법	4안 : 약액주입 공법
1. 공법개요	-천공 후 미진동 파쇄기, 화약을 장약하고, 전기점화하여, 순간적인 고열, 가스 팽창으로 균열을 발생시켜 암파쇄.	-비폭성 파쇄제에 물을 가하여 화학반응으로 발생하는 팽창압으로 암파쇄.
2. 시공성, 안전성 환경성 검토	-화약에 의한 공사로 화약류법에 의한 허가와 시공관리 필요함. -화약사용으로 주변 주민이나 통행차량 안전에 위험을 줄수 있음. -브레이커로 2차 암파쇄를 해야 하므로 진동, 소음이 발생함.	-취급이 용이하고, 진동이 발생하지 않음. -브레이커 2차 암파쇄를 해야 하므로 진동, 소음이 발생함.
3. 장점	-공사비 단가가 저렴함.	-무공해이고, 취급이 용이.
4. 단점	-화약류법에 의한 허가와 시공시 진동 계측관리를 실시해야함. -공극이 많은 현무암 지형에는 발파 효과가 적음. -브레이커 2차파쇄시 추가로 진동, 소음이 발생함.	-주입에서 양생까지 최소 6시간이므로 공사기간이 길어 주민불편이 가중되고, 이로인해 추가민원 발생함. -공사단가가 고가이고, 브레이커 2차 암파쇄시 진동, 소음 발생함.
5. 현장 적용성 검토	-현장에 인접하여 주택이 있고, 도로 차량이 주행중인 상태이므로 화약류 공사는 안전관리상 적용이 부적합함.	-공사단가가 고가이고, 공기가 많이 소요되며, 브레이커 작업시 진동이 발생하므로 적용이 부적합함.

3. 2 무진동 암터파기 공법의 특성

무진동 암 터파기 공법은 각종 건설현장에서 암석 및 기존 콘크리트 구조물의 파쇄 시 일반적으로 사용되는 화약발파 및 브레이커(Breaker) 작업은 안전사고 및 진동, 분진, 소음공해로 인한 민원 발생의 원인이 되고 있다. 크랙과 여굴의 보강공사는 부실공사 원인제공으로 지적되어 왔다. 이에 각종 암반지대의 터널굴진, 지하터파기, 도로개설, 콘크리트 구조물 제거 등의 공사현장에서 진동, 분진, 소음은 최대한 줄이는 장점을 살리면서 시간당 작업물량을 최대화 하여 공사단가를 낮추는 기술 및 시공법을 개발하게 되었다.((주)기술나라 외, 2000)

무진동 암 터파기 공법은 bit를 유압크롤러 drill안에 장착하여 암을 천공 후 할 암봉으로 암을 절개하고, 리퍼로 절개된 암을 분리하여 터파기하는 공법이며, 브레이커 2차 암 파쇄 공정이 없기 때문에, 주변 구조물 균열의 예방이 가능하고 주택가에 인접한 건설공사의 시공 시 가장 적합한 공법이다.

장비자체의 소음과 더불어 천공 시 소음, 진동, 분진이 적으며, 절개암 분리시 리퍼를 사용함으로써 기존의 공법에 비해 소음, 진동, 분진에 대한 민원의 저감 효과를 가져온다.

3. 3 무진동 암 터파기 공법의 작업절차 분석

무진동 암 터파기의 시공 시 암반절리 상태를 파악하여 암괴 탈락의 우려가 없도록 천공간격 및 위치를 설정하여야 하며, 암반면 상태에 따라 천공수를 가감하여 능률을 극대화 하여야 한다.

또한 구조물(중양) 근처 유압 파쇄 시 압력의 전달이 없도록 천공수를 증대 하여야 한다. 1회 굴진장(지보) 범위 내에 암파쇄가 가능하도록 천공심도를 조정하여 효율적인 작업이 이루어지도록 하고, 시공 시 천공경 및 천공 각도조정, 절개암반의 성질 변화, 현장작업의 난이도, 작업장의 조건, 작업 물량, 암석의 강도를 잘 파악하여 작업조를 편성하고 작업을 실시하여야 한다.

이 공법은 천공, 코아제거 및 할암절개, 절개암분리, 집토 및 상차의 순으로 이루어 지고 있으며 공법에 대한 각 작업의 시공 순서는 다음과 같다.

코아 천공작업을 할 작업반경내 바닥면의 천공을 위해 토사 및 사석을 제거한 후 굴삭기에 장착된 코아 천공기에 Diamond Bit를 코아통에 부착하여 코아 천공기를 굴착위치에 고정하고 코아 튜브통 안으로 물을 공급하며 Diamond Bit를 회전시켜 0.55~1.2 m 깊이로 천공한다.

천공 작업 시 많은 분진이 발생할 수 있으므로, 분진 방지대책을 충분히 고려하여야 한다. 장비의 이동시 주의를 확인하고, 주변의 작업자는 장비기사에게 수신호로 안전을 확인하여야 하며, 장비 후진에 대한 신호음 경보기를 부착하여야 한다. 천공작업 도중 자재가 부러져 장비에 피해를 줄 수 있으므로, 운전수는 작업 중 자리 이탈을 금지하고, 천공 중에, 이상한 용수, 가스 누출, 지질 변화 등을 발견할 시에는 즉시 작업을 중지하여 안전 및 작업의 계속 여부를 공사감독관에게 승인받은 후 작업을 개시하여야 한다.

1회 굴진장(지보) 범위 내에 암 파쇄가 가능하도록 계획된 깊이의 천공 시공 후 천공된 코아석을 지렛대와 코아 집게를 이용하여 제거하고 코아석을 제거한

홀(HOLE) 속에 할암기(유압잭)을 넣고 유압펌프(유압유니트)를 사용하여 암을 파쇄 한다.

할암작업시에는 주변의 장비 움직임과 작업자의 위치를 확인하여 위험에 대비하여야 한다. 또한 코어 제거 및 할암작업시, 코어와 할암봉의 무게가 상당함으로 인력으로 들어서 이동시에는 안전한 자세로 허리에 무리가 가지 않도록 하고, 고압의 Hose를 무리하게 접거나 꺾지 않아야 한다.

할암작업 후 균열이 간 암반은 백호에 리퍼를 장착한 장비를 이용하여 암석을 제거하고, 제거한 암석은 백호를 이용하여 들어내기를 하되, 덤프에 적재를 병행 작업한다. 절개암 분리 시공시 비석이 발생하여 신체 및 장비에 손상을 줄 수 있으니 항상 조심하고 주위의 작업자를 철저히 관찰하며 작업하여야 하며, 많은 분진이 발생할 수 있으므로, 분진 방지대책을 충분히 고려하여야 한다.

전체적으로 무진동 암 터파기 시공 시에는 작업 전에 공사현장 주변의 기존 구조물 또는 인근 건축물의 벽, 지붕, 바닥, 담장 등의 연경도, 균열상태 및 균열의 크기, 노후 정도 등을 조사하여 예상되는 민원에 대비하여 민원의 최소화를 하여야 하고, 작업 현장의 여건에 따라 방음대책을 시행하여 공사장 소음 허용 기준치에서 작업이 가능하도록 하여야 한다.



천 공

코어제거

할암절개

그림 2. 무진동 암 터파기 시공절차

표 3. 무진동 암터파기 공법의 작업절차

공 종	작업내용
작업준비	코아 천공작업을 할 작업반경내 바닥면의 토사 및 사석을 제거한다.
천 공	굴삭기에 장착된 코아천공기에 Diamond Bit를 코아통에 부착하여 코아 천공기를 굴착위치에 고정하고 코아튜브통 안으로 물을 공급하며 Diamond Bit를 회전시켜 0.55~1.2 m 깊이로 천공한다.
코아제거 및 할암절개	천공된 코아석을 지렛대와 코아집계를 이용하여 코아석을 제거하고, 코아석을 제거한 홀(HOLE) 속에 할암기(유압잭)를 넣어 압펌프(유압유니트)를 사용하여 암을 파쇄한다.
절개암 분리	코아제거 및 할암절개의 작업 후 균열이 간 암반을 리퍼로 제거한다.
집토 및 상차	제거한 암석은 백호를 이용하여 들어내기를 하되, 덤프에 적재를 병행 작업한다.

3. 4 투입장비 및 인원 도출

현행 쓰여지고 있는 시공업체에서 작성한 단가의 적용을 검토한 결과 전반적으로 시공 절차와 방법에 대해서는 기술되어 있으나, 투입장비 및 인원, 시공 시 유의사항, 품질관리 측면에서는 수정 보완해야 할 것으로 사료 되어 졌다.

투입장비에 있어서 그 내용을 검토한 결과, 투입장비의 규격에 대한 구체적인 언급이 미흡하였다. 규격의 명시가 어려운 경우, 장비의 성격 및 활용용도를 설명함으로써 시공품질의 저하와 안전사고를 방지할 필요가 있다.

투입인원에 있어서는, 현장 여건 및 시공방법을 고려해 볼 때, 다소 부족한 인원이 투입되어 있는 것으로 판단되며, 직종명도 표준품셈에서 언급하고 있는 보링공의 명칭이 사용되지 않아 코어 천공기사로 사용되고 있는 실정이다.

현장 작업여건과 시공방법을 분석해 볼 때, 보링공 1명, 특별인부 2명, 작업반장 1명이 적절한 것으로 판단되며 특히 주택가 근처에서의 원활한 작업 진행을 위해 인근 주택의 피해 상황 체크, 민원 대응, 교통문제 등의 파악을 위하여 작업반장 1명을 고려하는 것이 적절하다. 또한 코어 제거 및 할암절개의 작업내용과 작업량을 고려해 볼 때, 일반잡역이라기 보다 암질을 파악하여 할암기를 배치, 조정하는 작업의 특수한 작업 및 위험 작업으로 판단하여야 하며 이에 따라 일반인부 대신 특별인부로서의 인원도 증원이 되어야 한다.

투입장비와 인력에 대해서는 다음 표4., 표5와 같다.

표 4. 무진동 암 터파기 공법의 투입장비

장비명	규격	수량	단위	비고
코아 천공기	Ø200mm급 Diamond Bit (지반 암석제거용 천공장비)	1	대	현장을 고려하여, 좌우 틸트 및 전방향 회전을 고려
유압 바스타	고압 (2,000~2,500 kg/cm ²)	1	대	
할암기 (유압잭)	200ton급 이상	1	대	
리퍼, 평삽		1	개	할암기로 파쇄된 암석제거용
물탱크	2ton	1	개	코아 천공수 저장통
양수펌프		1	대	천공수 수압조절 펌프
B/H	0.6~1.0	1	대	코아천공 굴삭기

표 5. 무진동 암 터파기 공법의 투입 인력

직종	수량	단위	적용기준	비고
보링공	1	명	천공경 및 천공각도 조정과 암반절리 상태를 파악 하여 암괴 탈락의 우려가 없도록 천공간격 및 위치를 설정하고 절개암반의 성질 변화, 현장작업의 난이도, 작업 물량, 암석의 강도를 파악하기 위해 보링공 1인을 적산 기준으로 적용.	
특별인부	2	명	코아제거의 위험작업과 동시에 절개암반의 암질을 파악하여 할암기를 배치, 조정해야 함을 고려하여 일반 작업역 보다 특수작업으로 간주 특별인부 2인을 적산 기준으로 적용	
작업반장	1	명	작업장 여건, 민원대책 등 작업의 원활한 진행을 위해 작업반장 1인을 적산 기준으로 적용.	

IV. 일위대가 산정을 위한 생산성 분석

4. 1 데이터 수집 방법

작업측정에 주로 사용되는 기법에는 시간연구법(time study), 기정시간표준법(PTS법: predetermined time standards), 표준자료법 (standard data), 역사적 자료법 (historical data), 워크 샘플링법 (work sampling)등이 있으며 본 연구의 데이터 수집에는 시간연구법(time study)을 활용 하였다.

시간연구법(time study)은 19세기 말 테일러(F.W. Taylor)에 의해 도입된 것으로 오늘날 가장 광범위하게 이용되고 있는 작업측정 법이다. 스톱워치나 다른 계시기구를 이용하여 주어진 과업에 소요되는 시간을 결정하는 방법으로 이 기법은 측정에 대한 주기가 짧고, 반복적인 작업에 대한 시간의 연구에 적절하며, 수차의 작업 수행주기에 걸쳐 측정한 결과를 토대로 표준시간을 도출하는 방법이다. 먼저 시간연구를 위한 준비 후, 측정 대상 작업을 요소작업으로 세분화 하고, 작업수행을 관측하며, 필요한 관측회수를 결정한 후, 선정시간, 정상시간, 표준시간을 도출하는 절차에 의해 이루어진다.

본 연구의 생산성 분석을 위한 데이터는 동영상 촬영과 시간의 측정, 실제 기술자와의 인터뷰로 이루어 졌다.

4. 2 공종별 생산성분석

1) 작업시간 분석

무진동 압 터파기 단가를 산정함에 있어 작업시간에 대한 데이터는 A, B, C 현장의 모니터링을 통한 시간의 측정으로 다음과 같은 결과를 얻었다. 표 7,8,9은 각각의 현장 모니터링을 통해 측정된 작업시간의 결과이다.

시간에 대한 분석은 각각 공종의 시작시각과 종료시각 측정으로 두 시간의 차를 이용하여 총 소요 시간에 대해 측정하였고, 총 소요 시간에 대해 각 세부 작업의 수 (A현장 14번의 작업, B 현장 13번의 작업, C 현장 14번의 작업)를 나누어 한 세부 공종의 시공시 이루어지는 평균 소요시간을 산출하였다.

그 값에 각각의 세부 작업에 소요되는 작업의 평균시간을 감하여 순수 작업의 부가적 시간인 1)천공준비시간과 2)코어작업대기시간, 3)인발맞이동시간에 대해 산출 하였다.

작업 시간 산출 방법은 천공의 경우 1Zone안의 천공의 작업이 시작한 시각 (A1)과 천공의 작업이 종료된 시각을 측정하고 두 시각의 차로 1Zone안에서의 천공 작업에 소요되는 시간을 도출 하였고, 이 전체 소요시간을 1Zone안의 천공 수 n으로 나누어 1Zone안의 n개에 대한 평균 천공작업시간을 도출 하였다.

이 방법은 코어제거, 할암절개 및 절개암분리의 작업에서도 같은 방식을 적용 하여 각 작업별 순수 평균 작업시간을 도출 하였다.

표 6. 작업시간 산출 방법

□ 현 장		
1. 천 공	시작시간	A_1 : 1Zone안의 천공작업 시작시각 (ex.1:00pm)
	종료시간	A_2 : 1Zone안의 천공작업 종료시각 (ex.3:00pm)
	소요시간	A_3 : $A_1 - A_2 =$ 총 천공 작업시간 (준비시간포함, ex.1:00pm-3:00pm=2:00)
	순수평균 작업시간	A_4 : 1Zone안의 n개에 대한 천공 평균작업시간(n=천공홀개수)
2.코어제거	시작시간	B_1 : 1Zone안의 코어제거작업 시작시각 (ex.1:00pm)
	종료시간	B_2 : 1Zone안의 코어제거작업 종료시각 (ex.3:00pm)
	소요시간	B_3 : $B_1 - B_2 =$ 총 코어제거 작업시간 (코어제거대기시간포함, ex.1:00pm-3:00pm=2:00)
	순수평균 작업시간	B_4 : 1Zone안의 n개에 대한 코어제거 평균작업시간 (n=천공홀개수)
3.할암절개	시작시간	C_1 : 1Zone안의 할암절개작업 시작시각 (ex.1:00pm)
	종료시간	C_2 : 1Zone안의 할암절개작업 종료시각 (ex.3:00pm)
	소요시간	C_3 : $C_1 - C_2 =$ 총 할암절개 작업시간 (인발및이동시간포함, ex.1:00pm-3:00pm=2:00)
	순수평균 작업시간	C_4 : 1Zone안의 n개에 대한 할암절개 평균작업시간 (n=천공홀개수)
4.절개암분리	시작시간	D_1 : 1Zone안의 절개암분리작업 시작시각 (ex.1:00pm)
	종료시간	D_2 : 1Zone안의 절개암분리작업 종료시각 (ex.3:00pm)
	소요시간	D_3 : $D_1 - D_2 =$ 총 절개암분리 작업시간 (ex.1:00pm-3:00pm=2:00)

작업시간의 측정은 각 작업별 한 공에 대해 시공 시 소요되는 시간을 측정하는 것으로 시작시각과 종료시각을 측정하여 한 공당 소요되는 각 작업별 작업시간(소요시간)을 도출 하였고 그 작업시간을 작업의 수로 나누어 평균작업시간을 도출 하였다.

표 7, 8, 9는 현장 A, B, C 세곳의 작업시간 측정의 결과를 나타낸 것이다.

표 7. A 현장의 작업시간 측정 결과

A 현장											
천공작업				코어제거				할암절개			
작업	시작 시간	종료 시간	소요 시간	작업	시작 시간	종료 시간	소요 시간	작업	시작 시간	종료 시간	소요 시간
1	A1- 12:03: 21	12:07: 05	0:03: 44	1	B1- 12:07: 47	12:12: 10	0:04: 23	1	C1- 12:00: 07	12:02: 08	0:02: 01
2	12:07 :33	12:11 :10	0:03: 37	2	12:12 :18	12:13 :25	0:01: 07	2	12:02 :13	12:03 :14	0:01: 01
3	12:11 :40	12:15 :52	0:04: 12	3	12:17 :11	12:21 :15	0:04: 04	3	12:03 :18	12:04 :21	0:01: 03
4	12:16 :58	12:22 :04	0:05: 06	4	12:22 :53	12:29 :57	0:07: 04	4	12:04 :31	12:05 :16	0:00: 45
5	12:22 :45	12:32 :05	0:09: 20	5	12:35 :03	12:36 :35	0:01: 32	5	12:05 :22	12:06 :31	0:01: 09
6	12:32 :43	12:36 :57	0:04: 14	6	12:42 :28	12:45 :15	0:02: 47	6	12:06 :34	12:07 :15	0:00: 41
7	12:42 :06	12:44 :51	0:02: 45	7	12:46 :57	12:49 :28	0:02: 31	7	12:07 :21	12:08 :32	0:01: 11
8	12:46 :27	12:50 :12	0:03: 45	8	12:52 :05	12:58 :04	0:05: 59	8	12:08 :37	12:09 :06	0:00: 29
9	12:51 :57	12:55 :10	0:03: 13	9	12:58 :10	13:01 :45	0:03: 35	9	12:09 :09	12:10 :42	0:01: 33
10	12:56 :41	13:01 :15	0:04: 34	10	13:01 :53	13:07 :07	0:05: 14	10	12:10 :46	12:11 :52	0:01: 06
11	13:01 :37	13:06 :40	0:05: 03	11	13:07 :18	13:11 :19	0:04: 01	11	12:11 :58	12:13 :13	0:01: 15
12	13:07 :08	13:10 :41	0:03: 33	12	13:12 :01	13:16 :21	0:04: 20	12	12:13 :16	12:14 :52	0:01: 36
13	13:11 :30	13:15 :04	0:03: 34	13	13:16 :36	13:18 :32	0:01: 56	13	12:15 :05	12:17 :27	0:02: 22
14	13:15 :32	A2- 13:20 :46	0:05: 14	14	13:21 :13	B2- 13:21 :28	0:00: 15	14	12:17 :33	C2- 12:18 :49	0:01: 16
평균 시간	A4 - 0:04:09			평균 시간	B4 - 0:03:29			평균 시간	C4 - 0:01:02		

표 8. B 현장의 작업시간 측정 결과

B 현 장											
천공작업				코어제거				할암절개			
작업	시작 시간	종료 시간	소요 시간	작업	시작 시간	종료 시간	소요 시간	작업	시작 시간	종료 시간	소요 시간
1	A1- 12:00 :38	12:02 :38	0:02: 00	1	B1- 12:03 :26	12:06 :51	0:03: 25	1	C1- 13:16 :35	13:21 :23	0:04: 48
2	12:02 :51	12:05 :37	0:02: 46	2	12:06 :58	12:09 :57	0:02: 59	2	13:21 :29	13:24 :09	0:02: 40
3	12:05 :52	12:10 :28	0:04: 36	3	12:11 :08	12:12 :53	0:01: 45	3	13:24 :28	13:25 :35	0:01: 07
4	12:10 :55	12:14 :38	0:03: 43	4	12:15 :01	12:16 :32	0:01: 31	4	13:25 :41	13:27 :44	0:02: 03
5	12:14 :56	12:20 :55	0:05: 59	5	12:23 :16	12:23 :58	0:00: 42	5	13:27 :49	13:30 :12	0:02: 23
6	12:21 :34	12:25 :26	0:03: 52	6	12:27 :08	12:28 :58	0:01: 50	6	13:30 :22	13:32 :25	0:02: 03
7	12:25 :44	12:31 :35	0:05: 51	7	12:32 :51	12:34 :22	0:01: 31	7	13:32 :33	13:37 :39	0:05: 06
8	12:32 :03	12:35 :37	0:03: 34	8	12:42 :21	12:44 :45	0:02: 24	8	13:37 :43	13:41 :07	0:03: 24
9	12:35 :48	12:41 :40	0:05: 52	9	12:44 :52	12:46 :31	0:01: 39	9	13:41 :14	13:45 :04	0:03: 50
10	12:42 :07	12:48 :56	0:06: 49	10	12:49 :25	12:53 :08	0:03: 43	10	13:45 :13	13:50 :28	0:05: 15
11	12:49 :14	12:58 :40	0:09: 26	11	12:58 :50	13:00 :15	0:01: 25	11	13:50 :34	13:51 :53	0:01: 19
12	12:59 :27	13:06 :38	0:07: 11	12	13:07 :17	13:08 :16	0:00: 59	12	13:51 :56	13:58 :05	0:06: 09
13	13:07 :05	A2- 13:14 :26	0:07: 21	13	13:14 :34	B2- 13:15 :53	0:01: 19	13	13:58 :09	C2- 14:01 :01	0:02: 52
14	-	-	-	14	-	-	-	14	-	-	-
평균 시간	A4 - 0:05:18			평균 시간	B4 - 0:01:56			평균 시간	C4 - 0:03:18		

표 9. C 현장의 작업시간 측정 결과

C 현장											
천공작업				코어제거				할암절개			
작업	시작 시간	종료 시간	소요 시간	작업	시작 시간	종료 시간	소요 시간	작업	시작 시간	종료 시간	소요 시간
1	A1- 12:00:00	12:04:07	0:04:07	1	B1- 12:20:12	12:22:24	0:02:12	1	C1- 12:00:34	12:02:21	0:01:47
2	12:05:31	12:10:29	0:04:58	2	12:23:35	12:30:31	0:01:34	2	12:02:25	12:03:44	0:01:19
3	12:12:32	12:17:36	0:05:04	3	12:37:27	12:39:01	0:03:44	3	12:03:56	12:06:23	0:02:27
4	12:18:16	12:25:28	0:07:12	4	12:42:40	12:46:24	0:03:14	4	12:06:30	12:10:11	0:03:41
5	12:27:17	12:32:45	0:05:28	5	12:47:48	12:51:02	0:03:45	5	12:10:14	12:14:44	0:04:30
6	12:33:08	12:37:59	0:04:51	6	12:51:58	12:55:43	0:03:51	6	12:14:50	12:16:18	0:01:28
7	12:40:22	12:44:54	0:04:32	7	12:56:31	13:00:22	0:02:30	7	12:17:28	12:20:26	0:02:58
8	12:48:34	12:53:10	0:04:36	8	13:17:17	13:19:47	0:00:52	8	12:20:37	12:22:36	0:01:59
9	12:54:03	12:58:35	0:04:32	9	13:19:51	13:20:43	0:03:56	9	12:22:47	12:24:26	0:01:39
10	12:59:45	13:04:18	0:04:33	10	13:20:50	13:24:46	0:03:37	10	12:24:36	12:26:50	0:02:14
11	13:04:46	13:09:29	0:04:43	11	13:24:53	13:28:30	0:02:59	11	12:26:51	12:29:07	0:02:16
12	13:10:35	13:15:39	0:05:04	12	13:28:39	13:31:38	0:04:35	12	12:29:22	12:31:12	0:01:50
13	13:16:12	13:20:36	0:04:24	13	13:32:01	13:36:36	0:02:25	13	12:31:25	12:32:18	0:00:53
14	13:23:06	A2- 13:28:39	0:05:33	14	13:36:45	B2- 13:39:10	0:02:25	14	12:32:47	C2- 12:36:45	0:03:58
평균 시간	A4 - 0:04:58			평균 시간	B4 - 0:02:58			평균 시간	C4 - 0:02:21		

표 10. 절개암 분리 작업시간

현장	절개암 분리		
	시작시간	종료시간	소요시간
A	12:00:00	12:03:02	0:03:02
B	12:00:00	12:03:03	0:03:03

다음 표 11은 현장의 작업시간을 측정하여 [표 6 작업시간 산출 방법]에 따라 각 시간을 분류한 결과 이고, 표 12, 13, 14는 그에 따른 각 현장별 분류 결과이다.

표 11. 작업별 작업시간 분류 결과

□ 현장	천공작업			코어제거			할암절개			절개암 분리		
	시작시간	종료시간	소요시간									
총작업시간	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	C ₃	D ₁	D ₂	D ₃
순수평균 작업시간	A ₄			B ₄			C ₄					

표 12. 작업별 A현장의 작업시간 분류 결과

A 현장	천공작업			코어제거			할암절개			절개암 분리		
	시작시간	종료시간	소요시간									
총작업시간	12:03:21	13:20:46	1:17:25	12:07:47	13:21:28	1:13:41	12:08:07	12:18:49	0:18:42	12:00:00	12:03:02	0:03:02
순수평균 작업시간	0:04:09			0:03:29			0:01:02					

표 13. 작업별 B현장의 작업시간 분류 결과

B 현장	천공작업			코어제거			할암절개			절개암 분리		
	시작시간	종료시간	소요시간	시작시간	종료시간	소요시간	시작시간	종료시간	소요시간	시작시간	종료시간	소요시간
총작업시간	12:00:38	13:14:26	1:13:48	12:03:26	13:15:53	1:12:27	13:16:35	14:01:01	0:44:26	-	-	-
순수평균 작업시간	0:05:18			0:01:56			0:03:18					

표 14. 작업별 C현장의 작업시간 분류 결과

C 현장	천공작업			코어제거			할암절개			절개암 분리		
	시작시간	종료시간	소요시간									
총작업시간	12:00:00	13:28:39	1:28:39	12:00:12	13:39:10	1:18:58	12:00:34	12:36:45	0:36:11	12:00:00	12:03:03	0:03:03
순수평균 작업시간	0:04:58			0:02:58			0:02:21					

기계의 사용이 시작되고 끝나는 순수 천공 시간 즉 천공 작업의 굴진에 소요되는 시간은 각 한 개당 작업에 소요되는 굴진시간의 평균값인 A4를 이용한다. 천공에 있어서 전체 작업의 시작시각에 종료시간을 감하여 준비시간이 포함된 전체 천공 작업의 소요시간을 도출 후, 도출된 소요시간에 대해 작업의수(n)으로 나누어 한 작업당 소요시간(A3/n)을 도출한다. 그 뒤 두 시간의 차로써 평균적으로 소요되는 전체 천공의 준비시간을 도출한다.

코어제거 및 할암절개의 부분에서 코어제거의 평균시간은 코어제거 작업이 시작되고 끝나는 순수 코어제거 시간 즉 코어석을 꺼내는 부분에만 소요되는 시간으로서 각 한 개당 작업에 소요되는 코어를 제거하는데 소요되는 시간의 평균값인 B4를 이용한다.

할암절개 평균시간 또한 순수히 기계를 Hole속에 넣어 유압을 발생시켜 암을 파쇄하는데 소요되는 시간으로 그 평균값 C4를 사용 한다.

코아작업의 대기시간은 전체 시작시각에 종료시간을 감하여 코아작업 대기 시간이 포함된 전체 코아제거 작업의 소요시간을 도출 후, 도출된 소요시간에 대해 작업의수(n)으로 나누어 한 작업당 소요시간(B3/n)을 도출하고, 순수 코아제거 작업에 소요되는 시간인 B4를 감하여 코아작업의 대기시간을 도출한다.

인발 및 이동시간 또한 전체 시작시각에 종료시간을 감하여 인발 및 이동시간이 포함된 전체 할암절개 작업의 소요시간을 도출 후, 도출된 소요시간에 대해 작업의수(n)으로 나누어 한 작업당 소요시간(C3/n)을 도출하고, 순수 할암절개 작업에 소요되는 시간인 C4를 감하여 인발 및 이동 시간을 도출한다.

표 15. 작업별 작업시간 도출 방법

	1.천공		2.코아제거및 할암절개				3.절개암분리
	전체천공 준비시간	천공굴진 평균시간	코어제거 평균시간	할암 절개	코아작업 대기시간	인발 및 이동시간	소요시간
A 현장	$A_3/n-A_4$	A_4	B_4	C_4	$B_3/n-B_4$	$C_3/n-C_4$	$D_1-D_2=D_3$
B 현장	$A_3/n-A_4$	A_4	B_4	C_4	$B_3/n-B_4$	$C_3/n-C_4$	$D_1-D_2=D_3$
C 현장	$A_3/n-A_4$	A_4	B_4	C_4	$B_3/n-B_4$	$C_3/n-C_4$	$D_1-D_2=D_3$
평균시간	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	Ⓕ	

표 16. 작업별 작업시간 도출 결과 (단위:min)

	1.천공		2.코아제거및 할암절개				3.절개암분리
	전체천공 준비시간	천공굴진 평균시간	코어제거 평균시간	할암 절개	코아작업 대기시간	인발 및 이동시간	소요시간
A 현장	0:01:23	0:04:09	0:03:29	0:01:02	0:01:47	0:00:18	0:03:02
B 현장	0:00:22	0:05:18	0:01:56	0:03:18	0:03:38	0:00:07	-
C 현장	0:01:22	0:04:58	0:02:58	0:02:21	0:02:40	0:00:14	0:03:03
평균시간	0:01:02	0:04:48	0:02:48	0:02:14	0:02:42	0:00:13	0:03:03

2) 천공작업 생산성 분석

천공은 굴삭기에 코아 천공기를 장착하여 코아 천공기를 굴착위치에 고정하고 물을 공급하며 Bit를 회전시켜 0.55~1.2 m 깊이로 천공하는 공종이다.

공당 작업량은 천공의 작업에서 한공에 소요되는 암의 물량을 나타낸 것으로 천공 사이의 간격과 천공과 천공의 거리, 천공의 높이의 곱으로 다음 식과 같이 나타 낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{◆ 공당작업량} &= \text{천공간격} \times \text{천공거리} \times \text{천공높이} \\ &= 0.6 \times 0.6 \times 0.55 = 0.198 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

작업 소요시간에서 천공의 준비 시간은 표15 에서 보여지듯 A, B, C 현장 세곳의 준비시간에 대해 평균치를 나타낸 것으로 이는 전체천공 준비시간에서 천공 준비시간과 인발 및 이동시간, 두 부분으로 똑같은 시간으로 나누어 도출 하였고, 천공(굴진)시간 또한 세 현장의 평균치로 적용 하였다.

$$\begin{aligned} \text{◆ 작업소요시간} \\ \text{천공준비시간} & \quad t_1 = 0.5 \text{ min} \\ \text{천공(굴진)시간} & \quad t_2 = 4.8\text{min} \\ \text{인발 및 이동시간} & \quad t_3 = 0.5\text{min} \\ \text{소 계 (Cm)} & = 5.8\text{min} = 0.10\text{hr} \end{aligned}$$

작업량은 모든 표준품셈 기반 적산과정에서 가장 중요한 부분으로서, 단위 시간에 소요되는 압의 물량으로 한 공당 소요되는 압의 물량과 한 공당 천공에 소요되는 시간의 비로 나타 낼 수 있다.

◆ 작업량 (Q)

$$Q = 0.198 \text{ m}^3 / 0.10 \text{ hr} \times 0.8 \text{ (E)} = 1.63 \text{ m}^3/\text{hr}$$

천공 길이는 천공의 시공시 사용되는 소모성 재료에 대해 재료비를 적용시키기 위함으로 단위물량에 대한 공의 수를 도출한 후, 평균적인 천공높이를 적용하여 단위 물량에 대한 천공의 길이로 나타내었다.

◆ 천공길이 / m³

$$1 \text{ 공} / 0.198 \text{ m}^3 = 5.051 \text{ 공}/\text{m}^3$$

$$5.051 \times 0.55 = 2.778 \text{ m}$$

물 사용량은 현장의 모니터링과 무진동 압 터파기 기술자의 인터뷰를 통해 1일 물 사용량을 도출하고, 그에 따른 단위당 소요되는 양을 도출 하였다.

◆ 물사용량 / m³

$$1 \text{ 일 물사용량 } 10 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ m}^3 \text{ 천공시 물사용}$$

$$10 / (Q \times 8 \text{ hr}) = 0.766871 \text{ m}^3$$

◆ 기계사용료

· 유압코아드릴

유압코아 드릴은 현재 물가정보지를 이용하여 현행 거래에 이용되는 금액인 25,000,000원의 중기가격을 적용 하였고, 표준품셈의 코아드릴에 해당하는 손료 계수인 $5,200 \times 10^{-7}$ 을 적용하였다.

재료비 : / 1.63 = 0
노무비 : / 1.63 = 0
경 비 : 13,000 / 1.63 = 7,975.4
소 계 : 7975.4 원

· 굴삭기(0.6m³)

천공의 시공을 위한 굴삭기에 대해서는 타이어-0.6m³을 시공 장비로 표준품셈의 중기가격 기준인 99,800,000을 적용 하였고, 그에 따른 손료계수 $2,213 \times 10^{-7}$ 을 적용 하였다. 또한 기계의 경비 산정에 있어서 굴삭기(타이어)에 대한 표준품셈의 기계경비 산정의 기준을 적용하여 주연료-11.6 l/hr, 잡재료-주연료의 24%, 조종원-1인을 2010년 상반기 도서지역 노임을 적용, 각각의 재료비, 노무비, 경비를 산출 하였다.

재료비 : 20,209 / 1.63 = 12,398.1 원
노무비 : 23,625 / 1.63 = 14,493.8 원
경 비 : 22,085 / 1.63 = 13,549.0 원

· 물탱크(5,500 ℓ)

물탱크는 현장의 전반적인 여건을 고려하여 아래와 같이 거리, 속도, 작업효율 및 시간을 적용 하였다. 기계경비 산정에 있어서 표준품셈의 물탱크 증기가격 38,257,000을 적용 하였고, 손료계수 또한 $2,045 \times 10^{-7}$ 을 적용 하였다.

$L=1\text{Km}$, $V= 30 / 35 \text{ Km/hr}$, $E=0.9$

흡입준비 $t_1 = 5 \text{ min}$

흡 입 $t_3 = 10 \text{ min}$

대 기 $t_4 = 5 \text{ min}$

살 수 $t_5 = 10 \text{ min}$

소 계 : 30 min

$t_2 = 1/30 + 1/35 = 0.062\text{hr} * 60\text{min} = 3.72 \text{ min}$

$C_m = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 33.72 \text{ min}$

$Q = 60 * 5.5 * 0.9 / C_m = 8.81 \text{ m}^3/\text{hr}$

재료비 $16,985 / 8.81 * 0.766871 = 1,478.4 \text{ 원}$

노무비 $23,625 / 8.81 * 0.766871 = 2,056.4 \text{ 원}$

경 비 $7,823 / 8.81 * 0.766871 = 680.9 \text{ 원}$

천공부자재는 천공의 시공시 소모성 재료에 대해 재료비를 적용시키기 위함으로 인터뷰를 통해 1개당 70m의 교체에 대한 기준을 산정 하였고, 그 기준과 단위 물량에 대한 천공의 길이의 비를 이용하여 단위 물량에 대한 3단 코어비트의 수량을 도출함으로서 단위 물량당 소요되는 소모품에 대한 재료비를 도출 하였다.

◆ 천공부자재 (소모품류)

소모품교체시기 : 1개당 70m 기준교체

$2.778\text{m} / 70\text{m} = 0.03969 \text{ EA}$

$0.03969\text{EA} * 176,000 = 6,985.4$

소 계 : 6985.4 원

천공에 대한 투입인원은 천공경 및 천공각도 조정과 암반절리 상태를 파악 하여 암괴 탈락의 우려가 없도록 천공간격 및 위치를 설정하고 절개암반의 성질 변화, 현장작업의 난이도, 작업 물 량, 암석의 강도를 파악하기 위해 보링공 1인을 적산 기준으로 적용 하였으며, 노임은 2010 상반기 도서지역 단가를 적용 하였 다.

◆ 투입인원

보링공 : 1인 × 102,000 / 1.63 / 8 = 7,822.0

소 계 = 7,822.0 원



3) 코아제거 및 할암절개 생산성 분석

코아제거 및 할암절개는 천공된 코아석을 제거하고, 홀(HOLE) 속에 할암기(유압잭)을 넣어 암을 파쇄하는 공종이다.

작업 소요시간에 대해서 표16에 나타난 것과 같이 A, B, C 세군데 현장에 대해 각각 세부 시간을 평균, 산출한 것으로 코아제거 및 이물질 제거의 소요 시간과, 할암 절개시 소요되는 장비삽입 및 작동시간, 절개 후 인발 및 이동에 소요되는 종료시간등으로 구분지어 도출하였다.

◆ 작업소요시간

작업준비시간 (코아제거, 이물질제거) $t_1 = 2.8\text{min}$

장비삽입 및 작동시간 $t_2 = 2.2\text{min}$

인발 및 이동시간 $t_3 = 0.2\text{min}$

소 계 : (Cm) = 5.2min = 0.09hr

작업량은 한공에 소요되는 암의 물량을 작업소요 시간으로 나누어 단위 시간당 작업량을 산출 하였다.

◆ 작업량 (Q)

$$Q = 0.198\text{m}^3 / 0.09\text{hr} \times 1(\text{E}) = 2.28 \text{ m}^3/\text{hr}$$

◆ 기계사용료

· 유압잭

유압잭은 천공홀 속에 집어넣어 유압의 힘으로 암의 파쇄에 사용되는 기계로 200t의 유압잭을 이용하였다. 표준품셈의 기준으로 기계가격은 40,987,000원이 산정되었고 그에대한 손료계수 역시 품셈에서 기준되어진 $4,489 \times 10^{-7}$ 을 적용하여 유압잭 사용에 대한 경비를 산출 하였다.

$$\begin{aligned} \text{재료비} &: & / 2.28 &= 0 \\ \text{노무비} &: & / 2.28 &= 0 \\ \text{경비} &: 18,399 / 2.28 &= 8,069.7 \\ \text{소계} &: & &= 8,069.7 \text{ 원} \end{aligned}$$

· 발전기(25Kw)

발전기는 유압잭을 이용하는 원동력에 사용되며, 현장에서 쓰여지는 25Kw를 적용 하였다.

발전기의 기계경비 산정시 표준품셈에 명시되어 있는 발전기 기계가격 11,800,000원을 적용 하였고 그에 대해 주연료-4.3ℓ/hr, 잡재료-주연료의 24%, 조종원-1인을 2010년 상반기 도서지역 노임을 적용, 각각의 재료비, 노무비, 경비를 산출 하였다.

$$\begin{aligned} \text{재료비} &: 7,490 / 2.28 = 3,285.0 \\ \text{노무비} &: 17,145 / 2.28 = 7,519.7 \\ \text{경비} &: 2,706 / 2.28 = 1,186.8 \\ \text{소계} &: 3,285.0 + 7,519.7 + 1,186.8 = 11,991.5 \text{ 원} \end{aligned}$$

코아제거 및 할암절개의 공종에서 투입인력은 코아제거의 위험작업과 동시에 절개암반의 암질을 파악하여 할암기를 배치, 조정해야 함을 고려하여 일반 잡역보다 특수작업으로 간주, 특별인부 2인을 적산 기준으로 적용 하였고 작업장 여건, 민원대책 등 작업의 원활한 진행을 위해 작업반장 1인을 추가하여 적산 기준으로 적용 하였다. 적용시 노임은 2010년 상반기 도서지역 노임을 적용하였다.

◆ 투입인원

특별인부 2 인 × 97,000 / 1.63 / 8 = 14,877.3

작업반장 1 인 × 106,000 / 1.63 / 8 = 8,128.8

소 계 : 14,877.3 + 8,128.8 = 23,006.1 원

4) 절개암분리 (BH0.6m³) 생산성 분석

절개암 분리는 코아제거 및 할암절개의 작업 후 균열이 간 암반을 백호에 리퍼를 장착한 장비를 사용하여 제거하게 된다. 장비와 리퍼의 조합으로 이루어져 있는 기계 경비에 대해 타이어-0.6m³을 시공 장비로 하여 표준품셈의 중기가격 기준인 99,800,000을 적용 하였고, 그에 따른 손료계수 $2,213 \times 10^{-7}$ 을 적용 하였다. 리퍼에 대해서 현재 시중에 유통되고 있는 전적이 1,520,000원과 그에따른 표준품셈 유압식 리퍼의 손료계수 $2,213 \times 10^{-7}$ 을 적용 하였다.

기계의 경비 산정에 있어서 굴삭기(타이어)에 대한 표준품셈의 기계경비 산정의 기준을 적용하여 주연료-11.6ℓ/hr, 잡재료-주연료의 24%, 조종원1인 과 중기조장 0.2인을 2010년 상반기 도서지역 노임을 적용, 각각의 재료비, 노무비, 경비를 산출 하였다.

작업량의 산정에 있어서 리퍼의 용량은 리핑단면적으로 한 공당 작업량을 적용하였고, 토량환산계수는 연암에 대해, 리퍼작업 등에 의하여 얻어진 암에 대한 버킷계수 0.55, 흐트러진 상태의 불량한 현장조건의 파쇄암에 대한 작업효율 0.35, 1회 사이클시간 13.8Sec를 적용 하였다.

$$q = 0.198, f = 1/1.4 = 0.71, k = 0.55,$$

$$E = 0.35, C_m = 13.8 \text{ sec}$$

$$Q = 3,600 \times q \times k \times f \times E / C_m = 7.1 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

$$\text{재료비} : 18,905 / 7.10 = 2662.6$$

$$\text{노무비} : 28,145 / 7.10 = 3,964.0$$

$$\text{경비} : 22,205 / 7.10 = 3,127.4$$

$$\text{소계} : 2662.6 + 3,964.0 + 3,127.4 = 9,754.0 \text{ 원}$$

5) 집토 및 상차 생산성 분석

리퍼를 이용하여 절개암 분리의 시공이 끝난 후 제거된 암석은 백호를 이용하여 들어내기를 하며, 덤프에 적재를 병행 작업한다.

집토 및 상차의 경우 굴삭기는 타이어-0.6m³을 시공 장비로 표준품셈의 중기가격 기준인 99,800,000을 적용 하였고, 그에 따른 손료계수 $2,213 \times 10^{-7}$ 을 적용 하였다. 또한 기계의 경비 산정에 있어서 굴삭기(타이어)에 대한 표준품셈의 기계 경비 산정의 기준을 적용하여 주연료-11.6 l/hr, 잡재료-주연료의 24%, 조종원-1인을 2010년 상반기 도서지역 노임을 적용, 각각의 재료비, 노무비, 경비를 산출 하였다.

작업량의 산정에 있어서 리퍼의 용량은 굴삭기 규격인 0.6을 적용, 토량환산계수는 연암에 대해, 리퍼작업 등에 의하여 얻어진 암에 대한 버킷계수 0.55, 흐트러진 상태이며 보통 현장조건의 파쇄암에 대한 작업효율 0.45, 1회 싸이클시간은 각도 180도를 적용한 20sec를 적용 하였다.

$$q = 0.6, f = 1/1.4 = 0.71, k = 0.55,$$

$$E = 0.45, C_m = 20 \text{ sec}$$

$$Q = 3,600 \times q \times k \times f \times E / C_m \\ = 19.09 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

$$\text{재료비} : 20,209 / 19.09 = 1,058.6 \text{ 원}$$

$$\text{노무비} : 23,625 / 19.09 = 1,237.5 \text{ 원}$$

$$\text{경비} : 22,085 / 19.09 = 1,156.8 \text{ 원}$$

$$\text{소계} : 1,058.6 + 1,237.5 + 1,156.8 = 3,452.9 \text{ 원}$$

4.3 무진동 압 터파기 일위대가 분석

일위대가는 표준품셈의 기준을 적용한 단가를 적용하여 재료비, 노무비, 경비
를 산출하고, 그것들을 집계하여 한 공종에 대해 단위수량에 소요되는 비용이다.

표 17은 각 작업별 소요되는 금액을 나타낸 것이므로, 그 내용을 합산하여 표 18
과같은 일위대가표를 도출 하였다.

표 17. 작업별 소요금액 도출 결과 (단위:원/m³)

	재료비	노무비	경비	계
천 공	20,861.9	24,372.2	22,205.3	67,439.4
코아제거 및 할암절개	3,285.0	30,525.8	9,256.5	43,067.3
절개암 분리	2,662.6	3,964.0	3,127.4	9,754.0
집토 및 상차	1,058.6	1,237.5	1,156.8	3,452.9

표 18. 무진동 압 터파기 일위대가표 (단위:원/m³)

	재료비	노무비	경비	계
무진동 압 터파기 (연암) 1m ³ 당	27,868.1	60,099.5	35,746.0	123,713.6

V. 결 론

건설공사에서 암 파쇄 시공시 일반적으로 사용되고 있는 브레이커, 및 화약발파의 작업은 주거지 또는 건물, 상가들이 밀집된 지역에서 소음, 진동, 분진등의 많은 민원과 이로 인해 공사의 지연 또는 중지 등 많은 어려움을 겪고 있으며, 이러한 문제점을 최소화 할 수 있는 방법으로 무진동 암 터파기 공법이 현장에서 많이 적용 되고 있다.

현행 암 터파기의 경우 유사 공법에 대해서 표준품셈을 기반으로 한 설계단가가 존재하고 있으나, 제주도내 하수관거 및 일부 도로현장에서 빈번하게 시공되어지는 암 터파기의 경우 현장의 규모, 지역성, 공기 및 현장에서 활용되어지는 장비에 대해서는 설계에 대한 기준이 미흡한 실정이다.

표준품셈은 정부 등 공공기관에서 시행하는 건설공사의 적정 예정가격을 산정하기 위한 일반적인 기준이나, 표준품셈에 의한 적산 방식은 일반적이고 보편적인 공종에 대하여 기본으로 작성되어 건설공사의 특성이나, 규모, 다양성등을 반영하지 못하여 비용의 불확실성을 평균치에 의한 단일 값으로 산정함으로써 일률적인 단가의 적용으로 인하여 효과적인 비용 산정이 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 제주도내 무진동 암 터파기 공법의 시공을 모니터링 하여 그에 대한 조사 및 분석에 따른 작업의 생산성을 분석하여 결과치를 제시하고 공사비 산정시 필요한 기초자료를 도출함으로써 합리적이고 현실성 있는 효율적인 공사비를 도출하는데 목적을 두었다.

각 공종별 생산성 분석은 무진동 암터파기 공법의 작업절차에 따라 투입장비와 인원을 도출하고, 세부공종에 따른 작업시간 자료를 측정, 분석하여 단가 산출의 기초 자료를 도출 하였으며, 도출된 자료를 활용하여 표준품셈을 기반으로 한 단위수량 시공에 소요되는 재료비, 노무비, 경비 등을 단위작업 방식으로 단가를 산출 하였다.

본 연구에서 현장 작업여건과 시공방법을 분석해 볼때 전반적인 현장을 파악하고 조정할 작업반장 1명을 고려하였으며 천공 및 할암시 보링공 1명, 특별인부

2명이 적절하다고 판단 되었으며, 암 터파기 공법의 작업절차중 주 작업이라 할 수 있는 천공작업의 작업시간과 생산성(Q)을 분석한 결과 $Q=1.63 \text{ m}^3 / \text{hr}$ 로 하루 8시간 작업 기준시 하루당 13.04 m^3 을 시공할 수 있고 공사비는 54.5%를 차지하는 것을 알 수 있었으며, 천공 작업에 뒤따르는 코아작업 및 할암의 생산성(Q) 분석결과는 $Q=2.28 \text{ m}^3 / \text{hr}$ 로 하루 8시간 작업 기준시 하루당 18.24 m^3 을 시공할 수 있고 공사비는 34.8%를 차지 하는 것을 알 수 있었다.

본 연구를 통해 도출된 일위대가는 제주도내 현장 특히 하수관거 또는 도로 현장의 특성에 맞게 공사비를 예측하는 새로운 기초 자료로 활용이 될 것이며, 또한 세부공종간 생산성 파악이 가능함으로써 하루 생산성을 바탕으로 가장 적절한 장비조합을 이끌어 현장 원가절감에도 기여할 수 있을 것이라 사료된다.

현장의 상황에 따라 변수가 많고 그에 따른 공종별 생산성이 다양함으로 최적의 생산성을 마련하기 위해서는 공사의 유형, 규모, 종류, 기술적 측면을 고려한 보다 다양한 현장 자료 분석이 필요하고, 공사비 및 장비조합에 활용할 수 있는 최적의 생산성을 마련하는데 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

아울러 공사비 산출 모델에 있어서 현재 본 연구에서 활용한 단위작업방식과 일일 평균 생산성 기반의 작업조 방식을 비교 검토 할 수 있는 연구가 지속되어야 합리적인 공사비 산정을 위한 적산기술 및 시공능력의 향상을 도모 할 수 있을 것이다.

VI. 참고문헌

박경부(2000), 친환경적인 압파쇄 공법의 고찰 및 유압피스톤식 무진동 암반 절개공법(GNR®)개발에 관한 연구, 대한토목학회 Vol.2000 No.2, pp.281-284

박춘보(2007), 공공공사의 표준품셈과 실적공사비 적산방식의 비교연구 및 활성화방안, 진주산업대학교 산업대학원 토목공학과 석사학위논문

손재철(2008), 표준품셈 비교·분석에 관한 연구 : 한·일 양국 비교, 계명대학교 대학원 건축공학과, 석사학위논문

윤무희(2001), 실적공사비 적산제도 활성화 방안에 관한 연구, 仁川大學校 一般大學院 토목환경시스템공학과 석사학위논문

이성복(2007), 표준품셈과 실적공사비 비교에 따른 적산적용 및 개선방안에 관한 연구, 연세대학교 공학대학원 토목공학전공 석사학위논문

(주)기술나라 외(2000), 직경 $\phi 70\text{mm}$, 길이 $\phi 850\text{mm}$ 의 작동부를 가지는 유압 피스톤식 무진동 암반절개장비(GNR®)를 이용한 무진동 암반절개 공법(GNR® 공법), 신기술지정등록서 제226호

최근식(1997), 작업연구를 통한 실내건축 모델하우스의 목공사 일위대가 산출에 관한 연구, 건국대학교 산업대학원 산업디자인학과 석사학위논문

감사의 글

이제 비로소 2년 반이란 모든 대학원 생활을 마치고 마무리를 글로 남기려고 하니, 옛 일이 스쳐 지나가면서 베풀지 못하고 받기만 한 삶을 반성하게 됩니다.

저를 도와주신 분들이 많음에도 불구하고 한 분씩 찾아 뵙지 못하고 이렇게 지면으로나마 감사의 인사를 드리고자 합니다.

먼저 연구와 강의로 바쁘신 가운데도 논문이 완성 되기까지 자상하게 인도해 주시고 연구방향에 대하여 넓은 안목으로 키워 주시며, 본 논문을 완성할 수 있게 세심한 지도와 많은 격려로 이끌어 주신 이동욱 지도교수님께 이 글을 빌어 진심으로 깊은 감사를 드립니다.

또한 미흡한 논문을 심사해 주시고, 논문 심사과정을 통하여 아낌없는 격려와 지도를 하여 주신 이병걸 교수님, 김상진 교수님께도 감사드리며, 매 학기마다 큰열정으로 심도있는 강의를 해주신 토목공학과 김남형 교수님, 양성기 교수님, 박상렬 교수님을 비롯한 모든 교수님께도 감사 드립니다.

그리고 논문이 완성되기까지 학업을 하면서 바쁜 와중에도 논문 작성에 많은 도움을 준 토목시공 및 건설관리 연구실 조홍준, 박준영, 부양수 학생에게 깊은 감사를 드리고 토목공학과 학생들에게도 고맙다는 말씀을 전하고 싶습니다. 앞으로 사회에 진출하고서도 각자의 자리에서 최고의 전문가가 되기를 기원합니다.

직장생활을 하면서 부족한 제게 지극한 관심과 격려로 대학원에 진학할 수 있도록 도와 주신 오정배 소장님, 따뜻한 정으로 힘과 용기를 북돋아 주신 지역 선후배, 직장동료, 모임 친구들 등 주변 모든 분들께도 머리 숙여 고마운 말씀 드립니다.

어린 시절부터 늘 사랑과 관심으로 내 인생의 든든한 힘이 되어 주시고 바르게 생각할 수 있도록 가르쳐 주신 부모님과 바쁘신 와중에도 아내의 산후조리와 외손자 손녀를 돌봐 주시고 계시는 장인 장모님, 또한 항상 나의 든든한 배경이 되어 주시는 누나, 매형, 매제, 동생, 처남, 처형에게도 고마움을 전하고자 합니다.

끝으로, 묵묵히 한결같은 사랑으로 뒷바라지에 헌신해준 사랑하는 아내 해영에게 이 작은 기쁨을 바칩니다.

그리고 언제나 내꿈의 언저리에서 땀도는 눈에 넣어도 아프지 않을, 사랑스런 내 인생의 보배 유나, 준우, 지아의 앞날에 아버지라는 이름의 작은 등불이 되길 간절한 마음으로 기원합니다.

2010년 12월

이근조

