

터널공사 공사비산정기준 개정요인에 관한 연구

송태석*, 안방율*

*한국건설기술연구원 건설정책연구소 공사비원가관리센터
songtaeseok@kict.re.kr

A Study on the Changing Factors in Cost Estimate Standard for Tunnel Construction

Tae-Seok Song*, Bang-Yul Ahn*

*Construction Cost Engineering. & Management. Center, Dept. of Construction Policy Research,
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요 약

터널공사는 설계, 시방기준의 변화와 장비 및 기술의 발전으로 인해 굴착 시공상태의 변화가 있었으며, 이러한 기술 발전과 기준 변화에 따른 시공상태를 반영한 공사비산정기준이 2020년 건설공사 표준품셈에 반영되었다. 본 논문에서는 2020년 표준품셈에서 개정된 터널공사 항목에 대한 연구를 통해 변화된 터널공사 현장 적용상태와 개정요인에 대한 내용을 분석하였다. 주요 개정 내용으로는 기준변화와 작업능력 개선에 따른 싸이클시간 관련 항목이 개정되었고, 인력/장비 투입에 대한 현장 시공상태가 반영되었다. 또한 터널 라이닝 작업, 방수, 암반청소 등 부대공사에 대한 기준이 보완되었다. 현장 상태에 맞게 개정된 터널공사 표준품셈을 통하여 합리적인 터널공사비 확보에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

1. 서론

국내 공공건설공사 예정가격산정 기준에 활용되는 건설공사 표준품셈은 지속적인 개정을 통해 기술개발과 공법의 변화를 반영한 공사비산정기준을 제시하고 있다.[1] 2020년도 개정 대상공종인 터널공사는 1.공통사항, 2.터널굴착, 3.현장 타설 콘크리트 라이닝, 4.부대공으로 구성되어 있다. 공통사항은 터널 노임의 산정식과 터널 여굴량 기준에 대하여 제시하고 있으며, 터널굴착 항목에서는 터널 굴착 싸이클 시간과 기계굴착능력, 천공기계속도, 굴착 장비조합, 굴착 작업인원에 대한 기준을 제시하고 있다. 현장 타설 콘크리트 라이닝은 터널 철재거푸집에 대한 품 기준이며, 부대공에는 터널 방수공사와 암반청소 등에 대한 내용을 포함하고 있다.

현재 터널공사는 암반정 및 초기계측 등 기준변화와 굴착장비의 현대화, 공법의 변화[2] 등에 따라 굴착 싸이클시간[3]과 시공상태에 변화가 있었으며, 개정된 2020년 건설공사 표준품셈에서는 이러한 현장 시공상태를 반영한 공사비산정기준이 제시되었다. 굴착 싸이클 시간에 대한 변화가 반영되었으며, 인력과 장비 투입에 대한 적정성 검토를 통하여 항목이 개정되었다. 또한 터널 라이닝, 방수, 암반청소 등의 기준들이 보완되었다. 본 연구에서는 2020년 건설공사 표준품셈에서 개정된 터널 공사 항목에 대한 변화 요인과 개정결과에 대한 내용을 분석하고자 한다.

2. 현장시공 상태 분석

2.1 터널굴착 작업

터널 굴착 현장적용 상태 분석을 위하여 터널 싸이클 시간에 대한 적정성이 검토되었으며 각종 할증요소, 인력/장비 투입의 현장 적용상태에 대한 분석을 진행하였다. 싸이클 시간의 경우 2019년 건설공사 표준품셈과 비교하였을 때 암반정 및 초기계측 등 기준변화에 의해 현장에 적용되고 있으며(그림1), 싸이클 시간에 반영이 필요하였으며, 로더의 작업효율(K, E값)과 천공기계의 작업능력 및 장비 조합에 대한 검토가 필요하였다. 각종 할증요소의 경우 터널 굴착 시 발생하는 잡재료(록볼트 표시기, 전선걸이, 마대 등)와 경장비의 기계경비의 시공상태를 조사하였으며, 터널 굴착 시 발생하는 용수의 영향을 조사하였다. 또한 투입인력의 직종과 장비 규격에 대한 확인을 통해 현재 터널공사에 투입되는 작업조와 투입장비 상태에 대한 확인이 이루어졌다.



[그림 1] 터널 내공측량 및 암반정

2.2 콘크리트 라이닝 작업

현장타설 콘크리트 라이닝 작업은 터널 철제 거푸집 제작, 설치, 해체, 이동 작업에 대한 시공 실태를 확인하였다. 현재 터널 철제 거푸집은 공장제작 후 현장 반입하여 조립하는 형태로 시공되고 있으며, 거푸집 설치, 콘크리트 타설 및 양생, 해체, 이동하는 절차로 시공이 이뤄지고 있다.

2.3 부대공사

부대공사의 경우 터널 방수공사와 터널바닥 암반청소 작업의 현장 적용 실태를 검토하였다. 방수공사의 경우 작업을 위해서 발판, 이동용 내부계단, 안전시설물을 포함한 작업대차를 조립하여 활용하고 있었다. 터널바닥 암반청소는 시공위치(공동구, 바닥/인버트) 및 지반여건에 따라서 시공난이도 및 투입하는 품에서 차이를 보이고 있었다.



[그림 2] 터널바닥 암반청소 실태(터널바닥/공동구바닥)

3. 주요개정내용

3.1 터널공사 항목 개정 결과

표준품셈 터널공사 항목 개정결과 기존 2019년도 12개 항목에서 1개의 항목이 신설되고 2개의 항목이 삭제되었으며 9개 항목에 대하여 적정성 검토와 보완을 진행하여 2020년 현재 11개 항목으로 개정되었다 [표1].

[표 1] 터널공사 항목 개정 결과 및 편제 구성 변화

2019년 표준품셈	2020년 표준품셈	개정결과
3-1-1 터널노임 산정식	3-1-1 터널노임 산정식	적정검토
3-1-2 터널 여굴량	3-1-2 터널 여굴량	-
3-2-1 터널굴착 1발파당 사이클 시간	3-2-1 터널굴착 1발파당 사이클 시간	보완
3-2-2 기계굴착의 능력	3-2-2 기계굴착의 능력	적정검토
3-2-3 천공기계의 천공속도	3-2-3 천공기계의 천공속도	보완
3-2-4 터널 굴착시 천공 및 버력처리 장비의 조합	3-2-4 터널 굴착시 천공 및 버력처리 장비의 조합	보완
3-2-5 터널굴착 1발파당 작업인원	3-2-5 터널굴착 1발파당 작업인원	보완
3-2-6 터널 전단면 뚫기	-	삭제
3-3-1 터널 철재거푸집 제작	-	삭제
3-3-2 터널 철재거푸집 설치·해체·이동	3-3-1 터널 철재거푸집 설치·해체·이동	보완
3-4-1 터널방수	3-4-1 터널방수	보완
-	3-4-2 작업대차 조립 및 해체	신설
3-4-2 터널바닥 암반청소	3-4-3 터널바닥 암반청소	보완

3.2 터널굴착 항목 개정

터널 굴착 항목의 경우 터널 사이클 시간 내 내공측량/암판정 시간이 30분 추가 반영되었으며, 버력처리 시 적재장비의 작업 효율(K,E값)이 현장 작업 실태에 맞게 변경되었다. 또한 버력처리 장비조합 항목에서 로더의 규격을 기존 3.5m³에서 5.0m³로 확대하였고, 천공기계속도의 경우 컴퓨터 점보드릴 보편화 및 타격능력 향상으로 인하여 천공속도 및 효율이 증대된 내용으로 개정되었다. 또한 터널 굴착 시 발생하는 잡재료비에 대한 내용이 현장시공실태에 맞게 반영되었다.



[그림 3] 터널 굴착작업 장비 실태

용수에 의한 할증요소는 용수 발생 시 배수처리 등으로 인해 굴착 준비시간이 증가하고 천공, 장약의 작업효율 저하, 슐크리트 부착효율 저하 등 전체 굴착 사이클에 영향을 주기 때문에 용수발생 시 굴착 사이클시간이 30%까지 증가하여 계상할 수 있도록 하였다.



[그림 4] 터널 굴착 중 용수발생

터널굴착 1발파당 작업인원은 현장 조사결과를 토대로 인력투입기준을 현실화하기 위하여 기존의 C군 터널 발파굴착 기준으로 보통인부 6~8인 투입이 보통인부(2~4인)+특별인부(4인) 투입으로 개정되었다 [표2].

[표 2] 발파 굴착 작업조 구성 개선(C군 터널 기준)

2019년 표준품셈	2020년 표준품셈
보통인부 6~8인	보통인부 2~4인 특별인부 4인

터널 전단면 뚫기(T.B.M) 항목은 특정 공법이며 현재 기술 개선이 빠르게 진행되고 있어 표준품셈 내 존치 시 시공실태와 상이할 수 있어 항목이 삭제되었다.

3.3 콘크리트 라이닝 작업 항목 개정

터널 철재거푸집 제작 항목은 현재 거푸집이 공장 제작되고 있고 현장 제작하는 사례가 미비하여 삭제되었다. 터널 철재거푸집 설치·해체·이동 항목의 경우 시공실태를 반영하여 작업조 구성이 개선되었고, 콘크리트 라이닝 작업범위가 기존 거푸집 작업 기준에서 거푸집 작업과 콘크리트 펌프차를 이용한 콘크리트 타설 및 양생 작업을 포함한 기준으로 확대 제시되었다. 또한 1일 1회 콘크리트 라이닝 시공 싸이클을 반영한 시공 소요일수에 대한 기준이 추가로 보완되었다.



[그림 5] 콘크리트 펌프차 활용 현장타설 콘크리트 라이닝 작업

3.4 부대공사 항목 개정

부대공사 중 터널 방수 항목은 숏크리트 먼정리 작업을 포함하도록 개정되었고 작업범위가 구체화 되었다. 또한 방수 작업에 활용되고 있는 작업대차에 대한 조립 및 해체 기준을 신설하여 현재 터널방수 시공실태가 반영되었다.



[그림 6] 터널 내 방수 작업용 대차 조립 및 해체

터널바닥 암반청소 항목의 경우 품질기준 강화에 따른 암반청소 시공효율 저하가 반영되었고, 현장 시공실태 조사를 통해 공동구 바닥 청소와 터널/인버트 바닥 청소의 시공효율 차이가 품셈 기준에 반영되었다. 또한 기존에 투입되던 장비 투입기준이 현장 시공실태에 맞게 현실화 되었다[표3].

[표 3] 암반청소 장비투입기준 개정

2019년 표준품셈		2020년 표준품셈	
장비	규격	장비	규격
굴삭기	0.6m ³	굴삭기	0.2m ³
물탱크(살수차)	5000L	굴삭기	0.6m ³
건설용펌프	1.49kW	물탱크(살수차)	5500L
		동력분무기	4.85kW

4. 결론

개정된 표준품셈 터널공사 공사비산정기준에 대한 공사비 영향성을 분석한 결과 2020년 표준품셈 개정 후 약 104.25%의 변동이 발생하였다[표4]. 본 연구에서는 2020년 적용 건설공사 표준품셈 중 터널공사 항목의 구성과 개정 내용에 대해 분석하고, 개정 사유를 알아보았다. 주요 개정 사유로는 시방/설계기준 변화와 공법 및 기술발달, 장비 및 재료의 변경 등이 있다. 터널공사의 싸이클 타임 및 투입 작업인원, 라이닝 작업 범위, 부대공사 품 기준 등이 현장적용실태에 맞게 개정이 되었으며, 향후 시방기준 변화 시공실태 변화에 따라 능동적으로 공사비산정기준을 개정할 수 있도록 검토가 필요한 것으로 사료된다.

[표4] 공사비 영향성 분석

구분	항목	증감율(%)
3-2 터널굴착	터널굴착1발파당 작업인원	105.38%
3-3 현장타설 콘크리트 라이닝	터널 철재거푸집 설치·해체·이동	90.52%
3-4 부대공	터널방수	90.59%
	터널 암반청소	130.50%
평균 증감율		104.25%

참고문헌

- [1] 국토교통부, 한국건설기술연구원, “건설공사 표준품셈”, 2020년
- [2] 조계춘. “공사기간 단축을 위한 적합한 터널굴착 공법.” 대한토목학회지 60.11 pp. 30-39. 11월, 2012년
- [3] 김양균 외. “국내터널 굴착 사이클타임에 대한 분석결과와 표준품셈과의 비교.” 한국터널지하공간학회 논문집 21.1 2019년.