

TBM 공법의 자원기반 적산 방식에 의한 개산 공사비 예측 식 모델 개발

한승희¹, 박홍태^{1*}

¹공주대학교 건설환경공학부, 미래도시융복합연구소

Development of a model for an equation for estimating construction costs based on the resource-based cost estimating system for TBM

Seung-Hee Han¹ and Hong-Tae Park^{1*}

¹Civil&Environmental Engineering, Kongju National University

Urban Future Institute of Convergence Technology

요약 본 연구는 TBM 공법의 구경별 자원기반 적산(원가 계산) 방식에 의한 공사비 적산을 수행하여 직접공사비와 총공사비를 분석하고, 이를 근거로 회귀분석을 수행하여 TBM 공법 구경별 직접공사비 및 총공사비를 추정할 수 있는 개산 공사비(개략 공사비) 예측 식 모델을 제시하였다. 본 연구에서 제시한 TBM 공법의 구경별 개산 공사비 예측 식 모델은 향후 TBM 공법 적용 현장의 사업기획, 예비조사, 타당성조사, 기본설계 단계에서 개산 공사비를 추정하는데 효과적으로 적용할 수 있을 것이다.

Abstract This study attempted to estimate construction costs in accordance with the resource-based cost estimation (unit cost price) system by diameter for TBM method, and analyzed the direct cost and the total cost. Based on such figures, this study performed a regression analysis and proposed a model for an equation for estimating construction costs. model for the resource-based cost estimation (unit cost price) system classified by diameter for TBM method proposed by this study can be effectively applied to business planning, preliminary investigation, feasibility study, construction cost estimations in the early design stages.

Key Words : Approximate cost estimating, Direct cost, Prediction equation model, Regression analysis, Total cost

1. 서론

현재 국내에서 적용되는 터널굴착공법은 지형, 암질 등의 지질조건 등에 따라 NATM공법, SHIELD공법, TBM공법 등의 다양한 공법들이 활용되고 있으나, 1990년 이후 각종 민원, 노무비 상승, 공기단축, 국토해양부의 표준품셈 제정 등으로 터널공사에서 대규모 굴착공법인 TBM공법이 증가되고 있는 추세에 있다.

국제터널협회(ITA, International Tunnelling Association)의 통계자료에 의하면 미국, 오스트리아, 독일에서 시공된 터널 중 30% 정도가 TBM공법에 의해 시공되고 있으며, 전 세계적으로 산업재해예방 및 자연보호 측면을 고

려하여 굴진, 버력 반출, 지보작업을 연속으로 수행하는 TBM공법이 적극적으로 활용되고 있는 것으로 나타났다.

그러므로 본 연구에서는 TBM 공법의 구경별 **자원기반 적산(원가 계산) 방식**에 의한 공사비 적산을 수행하여 직접공사비와 총공사비를 분석하고, 이를 근거로 회귀분석을 수행하여 TBM 공법 구경별 직접공사비 및 총공사비를 추정할 수 있는 **개산 공사비(개략 공사비) 예측 식** 모델을 제시하는 데 그 목적이 있다.

본 연구에서 제시한 TBM 공법의 구경별 개산 공사비 예측 식 모델은 향후 TBM 공법 적용 현장의 사업기획, 예비조사, 타당성조사, 기본설계 단계에서 개산 공사비를 추정하는데 효과적으로 적용할 수 있을 것이다.

*Corresponding Author : Hong-Tae Park(Kongju National Univ.)

Tel: +82-41-521-9310 email: htpark@kongju.ac.kr

Received December 11, 2012

Revised (1st February 4, 2013, 2nd March 6, 2013)

Accepted March 7, 2013

2. 연구의 동향 및 방법

2.1 연구의 동향

본 연구를 수행하기에 앞서 개산전적기법과 연동된 국내외의 기존 연구동향을 조사하여 살펴보았다. 먼저 국내의 연구로는 박종혁[1] 등은 공사조건이 유사한 특정지역의 골프장 건설공사에 대해 실적공사자료를 공사규모와 시간을 고려하여 공사비를 예측하는 식을 토대로 초기계획단계에서 골프장건설 공사비를 예측하기 위한 기초자료를 제시하였다. 김기화[2]는 유사공종의 건설공사 모형을 이용한 발전소공사비 예측모형을 도출했으며, 김병수[3]는 RC라멘교의 기본설계단계 개략공사비 산정모델을 도출하였고, 이배호[4]는 공사비 산정시 개략공사비와 상세공사비의 정확도에 정도에 관한 정의를 제시하였다. 또한, 한재욱[5]은 지하철 공사자료의 내역서에 근거한 공사비 예측모형식을 도출 하였다. 국외의 연구동향으로는 Williams, C. Miller P.E Leonard Gallina[6]가 가스공사를 설계할 때, 견적과 비용관리기법을 제안하였고, Dodge, W.J[7]는 플랜트 자본 비용을 예측할 때, 지원받을 수 있는 견적기법모델을 도출하였다. 이와 같이 기존 연구들은 주로 플랜트, 아파트, 지하철, 도로공사와 관련된 연구들을 수행하였다.

2.2 연구의 방법

본 연구에서 TBM 구경별 공사비 적산은 기존 현장의 공사비 내역서와 표준품셈을 근거로 작업공종별 소요 수량과 단위당 품을 산출하였고, 여기에 2012년 물가정보, 가격정보, 거래가격, 물가자료, 유통물가 의 평균단가를 적용하여 직접공사비 및 총공사비를 도출하였다. 이렇게 분석된 TBM 공법 구경별 직접공사비 및 총공사비를 근거로 엑셀을 활용하여 사업기획, 예비조사, 타당성조사, 기본설계 단계에서 개략 공사비를 추정할 수 있는 개산 공사비 예측 식을 추정하여 제시하였다.

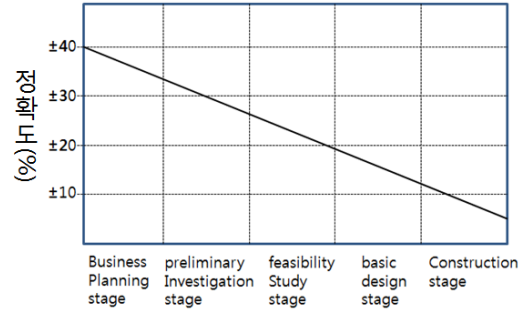
3. 공사비 적산 개념

3.1 공사비 적산의 정확도

공사비 적산방법은 개략 공사비적산, 개산 공사비적산, 상세 공사비적산으로 대별되며, 이중 개산 공사비적산은 예비조사단계와 이후의 설계에 적용된다. 공사비 적산방법이 공사가 정의되는 상세 수준에 따라 선택되는 것과 마찬가지로 각 방법에 의한 공사비 적산 결과의 정도도 달리하며, 사업기획단계에서 작성되는 공사비 적산

은 실제 공사비에서 ±40% 또는 그 이상으로 변동한다고 볼 수 있는 반면, 최종 실시단계에서 계산되는 상세 공사비 적산의 결과는 5% 이내의 확정 공사비가 된다.

Fig. 1은 공사의 정의 수준에 따른 사업 단계별 공사비 적산의 정확도를 나타내고 있다.

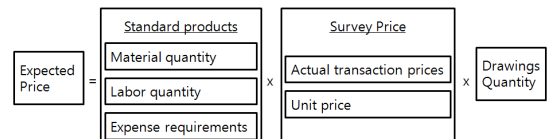


[Fig. 1] Cost estimating accuracy of business step-by-step[8]

공사비 적산의 정확도는 공사의 모든 시행단계에서 중요성을 가진다. 계획단계의 공사비는 공사의 실행 가능성을 평가하는데 영향을 주고, 입찰 공사비 적산은 계약수주를 좌우하고 수주된 후의 시공단계에서 시공회사의 수익성을 결정 지우게 된다. 비용계산의 정확도는 공사가 정의된 내용에 따라 정확하고 믿을 수 있는 공사비 적산 자료를 축적해서 활용하고 적절한 계산 방법을 선택해서 올바르게 적용함으로써 개선할 수 있다.[4]

3.2 공사비 적산

건설공사의 시행에 있어서 공사비 적산은 공정계획의 구성 성분으로서 공정계획과 함께 필수적이며, 물리적, 경제적, 재무적 타당성 분석에 제공되고, 예산과 원가통제의 기준을 제공한다. 공사비 적산은 공사분할체계(WBS, Work Breakdown Structure)를 바탕으로 공사구분에 대하여 그것을 비용 항목별로 계산하여 전체 공사비를 산정하는 것이다.



[Fig. 2] Resource-based cost estimating(unit cost price) method.

공사비 적산에는 자원기반 적산방식과 실적기반 적산방식으로 대별되며, 현재는 자원기반 적산방식과 실적기반 적산방식을 병행 운영하면서 점진적으로 실적기반 적

산방식으로 전환하는 방향으로 나가고 있다. Fig. 2는 자원기반 적산방식의 개념을 나타내고 있다. 즉, 자원기반 적산방식은 단위당 재료량, 노무량, 경비 소요량에 단가 또는 실제거래단가를 곱해주면, 단위당 재료비, 노무비, 경비가 산정되고 산정된 단위당 재료비, 노무비, 경비에 도면으로부터 산출된 도면수량을 곱해주어 직접공사비가 산출된다. 여기에 일정 요율의 간접공사비를 곱하여 총공사비를 산정하게 된다.

4. TBM 공법의 공사비 결정을 위한 표준 모델 설정

4.1 각 구경별 표준 굴착량

독일의 WRITH사에서 개발된 TBM 장비의 각 구경별 표준 굴착량은 다음 Table 1의 수치와 같. 각 구경별 굴착량은 각 단면적에 단위당 굴진거리를 산출하여 분석된 결과이다. Table 1에서 분석된 TBM 구경별 굴착량은 Table 3 및 Table 4의 TBM 구경별 직접 공사비의 수량을 산출하는데 활용된다.

[Table 1] The amount of standard excavation by diameter,

Diameter	ø2.6m	ø3.0m	ø3.5m	ø5.0m	ø8.0m
Division					
Outside diameter (Inside diameter)	ø2.6m (ø2.6)	ø3.0m (ø2.2)	ø3.5m (ø2.7)	ø5.0m (ø4.2)	ø8.0m (7.1)
Excavation quantity (m ³)	5.309	7.069	9.621	19.635	50.265

4.2 표준 굴진장 및 암질 결정

TBM공법이나 SHIELD공법은 플랜트 설비공사로 인하여 연장이 짧을수록 공사비가 상승한다. TBM 터널공사의 대명사인 OOO 건설사의 현장 경험에 의하면, TBM 공법을 적용하여 터널공사를 수행할 경우, 발파 및 버력 처리를 반복하여 굴진하는 NATM 공법에 비해 굴진 연장이 2km 이내에서는 경제성이 없으며, 굴진 연장이 3km 이상이 됐을 때, 경제성이 있는 것으로 분석됐다. 또한 굴진 연장이 6km 이상부터는 공사비가 완만하게 상승하는 것으로 분석됐다. 따라서 본 연구에서는 현장 경험 자료를 근거로 표준 연장을 3km(PILOT의 측벽 지지벽 입구 10m, 출구 10m 포함) 설정하여 TBM 공법의 구경별 직접공사비와 총공사비를 분석하였다.

또한, 지반의 경우, 어떤 현장이든 TBM 굴착 장비를 운영하여 전구간을 직접 굴착하지 않고서는 어떤 종류의 암질

이 구성되어 있는지는 알 수가 없다. 따라서 TBM공사 착수 전, 모든 현장에 공통적으로 적용할 수 있는 표준화된 공사비를 산정하기 위해서는 과거 TBM현장의 암질분포 구성을 참조할 수밖에 없다. 따라서 OOO건설사의 과거에 수행된 여러 TBM현장의 생산성 자료에 근거한 암질 분포량을 분석해보면, 경암 > 연암 > 보통암>, 풍화암 순으로 분포되어 있었다. 따라서 본 연구에서는 이러한 경험치를 근거로 경암 40%, 연암 30%, 보통암 20%, 풍화암 10%(과거 다수의 경험적 자료에 의하면 거의 일치함)로 가정해서 시공단계(정확도 ±5%)에서 적용될 수 있는 각 구경별 상세 공사비 적산을 수행하였다. 이렇게 산출된 각 구경별 상세 공사비 적산은 향후 추진할 지질의 분포를 전혀 알 수 없는(표준화된 암질분포±α)의 TBM 현장에서도 공사 착수전 사업기획단계(실투입공사비±40%)나 타당성조사단계(실투입공사비 ±30%)에서 적용할 수 있는 총공사비 예측이 가능하고, 현장 실무에서 적용하고 있다.

따라서 본 연구에서는 표준화된 대표 암질 분포를 Table 2와 같이, TYPE-1 경암 40.0%(1,192m), TYPE-2 연암 30.0%(894m), TYPE-3 보통암 20.0%(596m), TYPE-1 풍화암 10.0%(298m), 공사 입구 10m와 출구 10m의 구성비로 설정하여 TBM 공법 구경별 직접공사비와 총공사비를 분석하였고, 이렇게 분석된 직접공사비 및 총공사비를 근거로 회귀분석을 수행하여 개선 공사비 예측 식 모델을 분석하여 제시하였다.

[Table 2] The excavation length calculated by TYPE

Division	Length (m)	TYPE-1	TYPE-2	TYPE-3	TYPE-4
		Hard rock 40.0%	Soft rock 30.0%	Usually rock 20.0%	Weathered rock 10.0%
TBM Length	2,980	1,192	894	596	298
PILOT Length	20	-	-	-	-

5. TBM 공법 구경별 공사비 산출 및 개선 공사비 예측 식 모델 제안

5.1 공사분할체계의 구성

건축공사가 건축물만을 대상으로 하고 있는 것과는 달리 토목공사는 사용하는 목적에 따라 기능을 달리하는 여러 종류의 시설물을 대상으로 하며, 각 시설물은 구조적인 형식이 다른 여러 구조물들로 구성된다. 이들 구조물은 특정한 시설물에 제공하는 기능에 따라 명칭을 달리하면서도 구조적인 형식이 여러 시설물에 공통적일 경

우가 많다. 이러한 관점에서 보면 터널공사는 특정한 목적의 시설물을 구성하고 각 시설물은 구조물의 형식이 다른 여러 구조물들로 구성되어 있다. 또한 각 구조물들은 구조물을 구성하는 시공공종들로 구성되며, 이들 시공공종들은 인부, 자재, 장비의 자원들로 구성되어 특정 시설물을 완성하게 된다.

본 연구에서는 이러한 개념으로 공사분할체계를 분류하여 TBM 공법 구경별 자원기반 공사비 적산을 분석하였다.

[Table 3] Direct cost analysis by TBM diameter

NO	WORK ITEM	UNIT	TBM Ø 2.6m		
			QUANTITY	UNIT PRICE	COST
N01	TBM Excavation				
	TBM Excavation(T-1)	㎡	6,328	120,000	759,360,000
	TBM Excavation(T-2)	㎡	4,746	120,000	569,520,000
	TBM Excavation(T-3)	㎡	3,164	120,000	379,680,000
	TBM Excavation(T-4)	㎡	1,582	120,000	189,840,000
	PILOTExcavation(NATM)	㎡	160	45,000	7,200,000
	Subtotal				1,905,600,000
N02	Gang muck processing				
	Muck processing(T-1)	㎡	6,328	45,000	284,760,000
	Muck processing(T-1)	㎡	4,746	45,000	213,570,000
	Muck processing(T-1)	㎡	3,246	45,000	146,070,000
	Muck processing(T-1)	㎡	1,623	45,000	73,035,000
	PILOT Muck processing	㎡	163	40,000	6,520,000
	Subtotal				723,955,000
N03	Gang muck carrying(L=10KM)				
	Muck carrying(T-1)	㎡	6,328	10,000	63,280,000
	Muck carrying(T-2)	㎡	4,746	10,000	47,460,000
	Muck carrying(T-3)	㎡	3,246	10,000	32,460,000
	Muck carrying(T-4)	㎡	1,623	10,000	16,230,000
	PILOT muck carrying	㎡	163	10,000	1,630,000
	Subtotal				161,060,000
N04	Support				
	TBM Rockbolt(T-1)	EA	992	52,000	51,584,000
	TBM Rockbolt(T-2)	EA	1,117	52,000	58,084,000
	TBM Rockbolt(T-3)	EA	1,490	52,000	77,480,000
	TBM Rockbolt(T-4)	EA	1,303	52,000	67,756,000
	PILOT Rockbolt	EA	70	48,000	3,360,000
	TBM Shotcrete(T-1)	㎡			-
	TBM Shotcrete(T-2)	㎡			-
	TBM Shotcrete(T-3)	㎡	467	335,000	156,445,000
	TBM Shotcrete(T-4)	㎡	233	335,000	78,055,000
	PILOT shotcrete(T-1)	㎡	21	320,000	6,720,000
	TBM STEEL Rib	SET	372	550,000	204,600,000
	PILOT STEEL Rib	SET	20	520,000	10,400,000
	Secondary method		1	200,000,000	200,000,000
	Subtotal				914,484,000
N05	Lining and waterproof				
	STEEL FORM Instal&decon	M	3,000	380,000	1,140,000,000
	CON'C carrying	㎡	6,541	25,000	163,525,000
	LINING CON'C Pour	㎡	6,541	80,000	523,280,000
	Waterproof sheet	㎡	24,487	25,000	612,175,000
	Backfill grouting		598	150,000	89,700,000
	Subtotal				2,528,680,000
N06	Mechanical and Electrical				2,190,000,000
N07	Side construction				1,440,000,000
	Direct costs Total				9,863,779,000

5.2 TBM 구경별 공사비 적산 분석

TBM 구경별 공사비 적산은 기존 현장의 공사비 내역을 근거로 주요 작업공종에 소요 물량을 추정하였고, 2012년 표준품셈과 물가정보지, 가격정보지 등의 정보지의 평균단가를 적용하여 TBM 굴착, 갱내버력처리, 갱외버력처리, 지보공, 라이닝 및 방수, 기계공사 및 전기공사, 부대공에 대한 직접공사비와 총공사비를 분석하였다. Table 3은 Table 2와 5.1절의 TBM 공사분할체계를 근거로 자원 기반 적산 방식에 의한 TBM ø2.6m에 대한 직접공사비 분석을 한 것이고, 나머지 ø3.0m, ø3.5m에, ø5.0m, ø8.0m에 대한 직접공사비도 ø2.6m와 같이 분석할 수 있다. 본 연구에서는 제한적인 지면으로 최종 분석결과만을 Table 4와 같이 제시하였다.

Table 4는 Table 3의 직접공사비에 간접공사비를 고려하여 TBM 공법 구경별 총공사비를 요약 정리한 것이다. 본 연구에서는 Table 4의 자료를 가지고 5.3절에서 TBM 구경별 개산 공사비 예측 식 모델을 산정하였다.

[Table 4] Direct cost and total cost analysis by TBM diameter (Excavation Length : 3km, Unit : Won)

Cost	Diameter	
	ø2.6m	ø3.0m
Direct Cost	9,855,000,000	10,779,000,000
Indirect Cost	3,252,150,000	3,557,070,000
Supply Amount	13,107,150,000	14,336,070,000
VAT	1,310,715,000	1,433,607,000
Total Cost	14,417,865,000	15,769,677,000

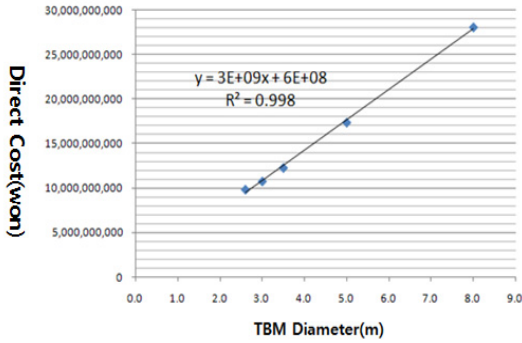
	ø3.5m	ø5.0m	ø8.0m
	12,303,000,000	17,400,000,000	20,101,000,000
	4,059,990,000	5,742,000,000	9,273,330,000
	16,362,990,000	23,142,000,000	37,374,330,000
	1,636,299,000	2,314,200,000	3,737,433,000
	17,999,289,000	25,456,200,000	41,111,763,000

5.3 TBM 구경별 개산 공사비 예측 식 모델 산정

5.3.1 직접공사비 예측 식 모델 산정

직접공사비 예측 식 모델 산정은 앞 절에서 분석된 Table 4의 TBM 공법 구경별 직접공사비 자료를 근거로 엑셀로 분석하여 도출하였고, 그 결과는 Fig. 4와 같다. 분석된 회귀분석 식 $y=3E+09x+6E+08$ (y =직접공사비(원), x =TBM 구경(m))을 적용하여 추정된 직접공사비에 보정금액을 가산해주면 구경별 직접공사비를 산출할 수 있다. 여기서, 보정금액(1) 산출은 Table 4의 직접공사비와 Fig.

4의 회귀분석 식을 적용하여 직접공사비 차이로 기본계획단계에서 계약 공사비 산출은 백만단위 이하는 그다지 의미가 없으므로 제외하여 결정하였다. 만약, 보다 정확한 금액을 산출한다면 보정금액(2)를 적용하여 산출할 수 있다.



[Fig. 4] Approximate cost prediction equation model analysis of the direct cost

TBM 굴진 연장이 증가할 경우는 TBM 구경별 3km 금액을 기준으로 보간법을 적용하여 TBM 구경별 예상 굴진 연장에 대한 직접공사비를 산출할 수 있다.

[Table 5] Approximate direct cost prediction equation by TBM diameter (Excavation Length::3km,Unit:Won)

Diameter	Table 6.	$y=3E+09x+6E+08$
ø2.6	9,855,000,000	8,400,000,000
ø3.0	10,779,000,000	9,600,000,000
ø3.5	12,303,000,000	11,100,000,000
ø5.0	17,400,000,000	15,600,000,000
ø8.0	20,101,000,000	24,600,000,000

Correction Cost (1)	Correction Cost (2)
1,460,000,000	1,463,779,000
1,190,000,000	1,186,994,000
1,210,000,000	1,212,924,000
1,800,000,000	1,804,386,000
3,510,000,000	3,511,088,000

예로, TBM ø2.6m, 3.5km에 대한 보간법을 적용하여 직접공사비를 산출하면, $3.0:9,863,779,000=3.5:x$ 로 $(9,863,779,000 \times 3.5) \div 3 = 11,507,742,167$ 원이 산출되고, 다른 TBM 구경별 굴진 연장에 대한 직접공사비 산출도 동일한 방법으로 Table 6과 같이 산출된다.

[Table 6] Directly cost estimate applied prediction equation by km (Unit: Won)

Diameter	Length	
	3.0km	3.5km
ø2.6	9,863,779,000	11,507,742,167
ø3.0	10,786,994,000	12,584,826,333
ø3.5	12,312,924,000	14,365,078,000
ø5.0	17,404,386,000	20,305,117,000
ø8.0	28,111,088,000	32,796,269,333

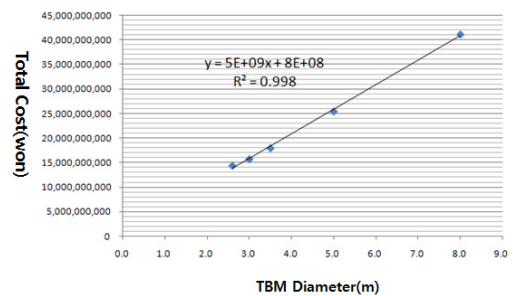
	4.0km	4.5km	5.0km
	13,151,705,333	14,795,668,500	16,439,631,667
	14,382,658,667	16,180,491,000	17,978,323,333
	16,417,232,000	18,469,386,000	20,521,540,000
	23,205,848,000	26,106,579,000	29,007,310,000
	37,481,450,667	42,166,632,000	46,851,813,333

따라서 TBM 구경별 직접공사비 예측 식은 회귀분석 식 $y=3E+09x+6E+08$ (y =직접공사비(원), x =TBM 구경(m))을 적용하여 공사금액을 산출하고 여기에 TBM 구경별 보정금액(1)이나 보정금액(2)의 금액을 가산하여 직접공사비를 산출할 수 있다.

5.3.2 총공사비 예측 식 모델 산정

총공사비 예측 식 모델 산정은 앞 절에서 분석된 Table 4의 TBM 공법 구경별 총공사비 자료를 근거로 엑셀로 분석하여 도출하였고, 그 결과는 Fig. 5와 같다.

회귀분석 식 $y=5E+09x+8E+08$ (y =직접공사비(원), x =TBM 구경(m))을 적용하여 추정된 총공사비에 보정금액을 가산해주면 구경별 총공사비를 산출할 수 있다. 여기서 보정금액(1) 산출은 Table 4의 총공사비와 Fig. 5의 회귀분석 식을 적용하여 총공사비 차이로 기본계획단계에서 계약 공사비 산출은 백만 단위 이하는 그다지 의미가 없으므로 제외하여 결정하였다. 만약, 보다 정확한 금액을 산출한다면 보정금액(2)를 적용하여 산출할 수 있다.



[Fig. 5] Approximate cost prediction equation model analysis of the total cost

[Table 7] Approximate total cost prediction equation by TBM diameter (Excavation Length:3km, Unit:Won)

Diameter	Table 7.	$y=5E+09x+8E+08$
ø2.6	14,417,865,000	13,800,000,000
ø3.0	15,769,677,000	15,800,000,000
ø3.5	17,999,289,000	18,300,000,000
ø5.0	25,456,200,000	25,800,000,000
ø8.0	41,111,763,000	40,800,000,000

Correction Cost (1)	Correction Cost (2)
620,000,000	617,865,000
-30,000,000	-30,323,000
-300,000,000	-300,711,000
-340,000,000	-343,800,000
310,000,000	311,763,000

TBM 굴진 연장이 증가할 경우는 TBM 구경별 3km 금액을 기준으로 하여 보간법을 적용하여 TBM 구경별 예상 굴진 연장에 대한 총공사비를 산출할 수 있다.

[Table 8] Total cost estimate applied prediction equation by km (Unit: Won)

Diameter	Length	3.0km	3.5km
	ø2.6	14,417,865,000	16,820,842,500
ø3.0	15,769,677,000	18,397,956,500	
ø3.5	17,999,289,000	20,999,170,500	
ø5.0	25,456,200,000	29,698,900,000	
ø8.0	41,111,763,000	47,963,723,500	

4.0km	4.5km	5.0km
19,223,820,000	21,626,797,500	24,029,775,000
21,026,236,000	23,654,515,500	26,282,795,000
23,999,052,000	26,998,933,500	29,998,815,000
33,941,600,000	38,184,300,000	42,427,000,000
54,815,684,000	61,667,644,500	68,519,605,000

예로, TBM ø2.6m, 3.5km에 대한 보간법을 적용하여 총공사비를 산출하면, $3.0:14,417,865,000 = 3.5:x$ 로 $(14,417,865,000 \times 3.5) \div 3 = 16,820,842,500$ 원이 산출되고 다른 TBM 구경별 굴진 연장에 대한 총공사비 산출도 동일한 방법으로 Table 8과 같이 산출된다

따라서 TBM 구경별 총공사비 예측 식은 회귀분석 식 $y=5E+09x+8E+08$ (y =직접공사비(원), x =TBM 구경(m))을 적용하여 공사금액을 산출하고 여기에 TBM 구경별 보정금액(1)이나 보정금액(2)의 금액을 가산하여 총공사비를 산출할 수 있다.

6. 결론

본 연구는 국내 대표적인 TBM 장비 보유회사인 OOO 건설사에서 수행 완료된 TBM 공사 현장 작업금액 보고서의 분석을 통해 굴진 연장 3km를 표준으로 TBM 구경별 직접공사비, 총공사비 그리고 개산 공사비 회귀분석 예측 식을 제안하였고 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 표준굴진 연장 3km를 기준으로 하여 산정된 TBM 구경별 직접 공사비는 ø2.6m 9,855,000천원, ø3.0m 10,779,000천원, ø 3.5m 12,303,000천원, ø5.0m17,400,000천원, ø8.0m 20,101,000천원이 도출되었다.
- (2) 표준굴진 연장 3km를 기준으로 하여 산정된TBM 구경별 총공사비는 ø2.6m 14,417,865천원, ø3.0m 15,769,677천원, ø3.5m 17,999,289천원, ø5.0m 17,25,456,200천원, ø8.0m 41,111,763천원이 도출되었다.
- (3) 표준굴진 연장 3km를 기준으로 하여 산정된TBM 공법 구경별 직접공사비 개산 공사비 예측 식은 $y=3E+09x+6E+08$, 총공사비 개산 공사비 예측 식은 $y=5E+09x+8E+08$ 을 적용하여 개략 공사금액을 추정할 수 있다.

References

- [1] J. H. Park, H. T. Park, Y. B. Jeon “The Development of Factor Model Based on Actual Work Cost for Golf Courses”, *Journal of The Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, pp.620~627, February, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2010.11.2.620>
- [2] G. H. Kim, "Research on Power Plant Construction Cost Forecasting Model Using The Construction Model of A Similar Work", Chung-Ang University, pp 79~99, December, 1988.
- [3] B. S. Kim "the basic design Cost Estimation Model for RC rigid frame bridge steps", *Journal of Korea Construction Engineering and Management*, pp111~119, March, 2009.
- [4] B. H. Lee "Construction Cost Estimating for Project Control", Gumi Publishers, pp325~332, November 1992.
- [5] J. U. Han, "Study on the Model of Subway Cost Forecasting", Chung-Ang University, pp 2~55, December, 1994.
- [6] Williams, C. Miller P.E Leonard Gallina, “Estimating and cost Control in Plumbing Design”, VAN Nostrand

ReiHold Company, 1980

- [7] Dodge, W.J, The Module Estimating Technique as on Aid in Developing Plant Capital Cost”, *Journal of the Construction, Div*, 1962.
-

한 승 희(Seung-Hee Han)

[정회원]



- 1987년 2월 : 충남대학교 토목공학과(공학석사)
- 1993년 2월 : 충남대학교 토목공학과(공학박사)
- 1993년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 건설환경공학부 교수
- 1997년 8월 ~ 1998년 7월 : Univ. of NSW Research professor

<관심분야>

위성사진측량, GPS, GIS, 3차원 지형모델

박 흥 태(Tae-Hong Park)

[정회원]



- 1990년 2월 : 중앙대학교 대학원(공학석사)
- 1995년 2월 : 중앙대학교 대학원 건설관리(공학박사)
- 1995년 6월 ~ 1997년 9월 : 대한주택공사 연구소 책임연구원
- 1997년 10월 ~ 현재 : 공주대학교 건설환경공학부 정교수

<관심분야>

건설시공, 건설관리, 건설공정관리