

BIM기반 물량산출을 통한 대구순환5공구 설계 적용성 분석



이 상 규 | 동성엔지니어링 부사장
 신 재 철 | 동성엔지니어링 상무
 이 근 일 | 동성엔지니어링 사원

1. 서론

국내 건축분야에서는 이미 단계적으로 BIM 납품 의무화가 추진되고 있는 반면 토목분야는 BIM을 활용한 설계수준의 모델링을 통한 물량산출의 접근성은 아직 미진한 상황이다. 국내 여러 공공기관들은 BIM 납품의무화 도입준비를 진행 중에 있으며, BIM 납품의무화 시행에 앞서 부분적인 BIM 설계 도입을 통한 사전준비를 추진 중이다.

본 기사에서는 기존의 2D 설계 물량산출 결과와 BIM 설계를 통한 물량산출 결과의 오차를 비교·분석하고, 2D 설계와 BIM 설계의 물량산출 오차가 공사비에 미치는 영향을 분석하여, 향후 시행될 BIM 설계의 확대 적용을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 적용범위 및 방법

본 기사에서는 대구순환고속도로건설공사(제5공구)를 대상으로 토공, 포장공, 배수공, 교량공, 터널공 등에 대해 BIM 모델링을 수행한 결과를 설명하고자 한다. BIM 모델링을 통한 물량과 기존 2D 기반의 물량과의 오차를 비교·분석함으로써 BIM 설계의 신뢰성·우수성을 검토하였다. 이를 위해 다양한 BIM Tool 중 Revit(터널, 교량 등 구조물)과 Civil3D(토공과 같이 지형 및 선형에 영향을 받는 비구조물)를 적용하여 BIM 모델링 및 물량산출을 진행하였다. BIM 기반의 물량산출 방법은 자동물량, 연동물량, 수동물량의 3가지로 구분하여 전체 물량을 산출하였다. 여기서, 자동물량이란 BIM 모델링을 통한 BIM Tool에서 자동으로 산출되는 물량이며, 연동물량이란 자동물량과 연동된 계산식으로 산출되는 물량이다. 수동물량이란 BIM보다 2D 기반 물량산출 방식이 더 실용성이 높거나 3D 모델링을 통한 물량산출이 불가능한 공종의 경우에 해당되는 물량산출을 의미한다. 오차분석 및 오차발생 원인분석은 자동물량 공종만을

대상으로 비교·검토를 수행하였으며 정확한 오차 원인 분석을 위해 사전에 2D 기반으로 산출된 물량에 대

표 1. PSC-거더 교량형식의 자동물량 및 연동물량

번호	ITEM	물량산출	번호	ITEM	물량산출
1	슬플레이트	자동	29	콘크리트포장	자동
2	다웰바	자동	30	콘크리트포장 면고르기	연동
3	무수축콘크리트	자동	31	콘크리트포장 양생	연동
4	아스팔트방수	자동	32	상부 단부기로보콘크리트	자동
5	교량방호벽	자동	33	상부 바닥판콘크리트	자동
6	신축이음장치	자동	34	상부 중간지점부 기로보콘크리트	자동
7	신축이음덮개	자동	35	상부 캔틸레버부콘크리트	자동
8	교량받침 무수축몰탈	자동	36	상부 거더한치부콘크리트	자동
9	교대보체 콘크리트	자동	37	교대 보호블럭	자동
10	교대발개벽 콘크리트	자동	38	교대 보호블럭기초	자동
11	교각 콘크리트	자동	39	교대 뒷채움 콘크리트	자동
12	교각코팅 콘크리트	자동	40	교량배수 집수구	자동
13	교량받침	자동	41	교량배수 연결집수구	자동
14	독립강 말뚝	자동	42	교량배수 직관	자동
15	기초 콘크리트	자동	43	교량배수 곡관	자동
16	빈배합 콘크리트	자동	44	교량배수 연결부	자동
17	프리텐션보(개소수)	자동	45	방음벽 기초	자동
18	프리텐션보(전도방지시설)	연동	46	방음벽 판넬	연동
19	프리텐션보(콘크리트)	연동	47	NOTOH	자동
20	프리텐션보(거푸집)	연동	48	교명판	자동
21	프리텐션보(PC강연보)	연동	49	TBM 설치	자동
22	프리텐션보(쉬스관)	연동	50	토공 터파기	자동
23	프리텐션보(긴장 정착장치)	연동	51	토공 뒷채움	자동
24	프리텐션보(몰탈)	연동	52	토공 되메우기	자동
25	프리텐션보(그라우팅밀크)	연동	53	토공 유용토	연동
26	프리텐션보(PVC PIPE)	연동	54	토공 공제토	자동
27	프리텐션보(ANCHOR)	연동	55	토공 앞성토	자동
28	프리텐션보(철근)	연동			

표 2. NATM 터널형식의 자동물량 및 연동물량 사례

번호	ITEM	물량산출	번호	ITEM	물량산출
1	총굴착	자동	12	연벽형 경운 콘크리트	자동
2	설계굴착	자동	13	개착터널 콘크리트	자동
3	여유굴착	연동	14	옹벽 콘크리트	자동
4	추가굴착	연동	15	보강 락볼트(락볼트)	자동/연동
5	암버락굴착	연동	16	보강 락볼트(천공)	연동
6	숏크리트	자동/연동	17	시스템 락볼트(락볼트)	자동/연동
7	숏크리트 버력처리	연동	18	시스템 락볼트(천공)	연동
8	강섬유보강재	연동	19	지보보강 락볼트(락볼트)	자동/연동
9	라이닝콘크리트	자동	20	지보보강 락볼트(천공)	연동
10	라이닝콘크리트 시공이음	자동	21	프리그라우팅	연동
11	라이닝콘크리트 신축이음	자동	22	배면그라우팅	자동

번호	ITEM	물량산출	번호	ITEM	물량산출
23	일반천공다단그라우팅(공수)	자동/연동	50	라이닝식별표지판	자동
24	일반천공다단그라우팅(천공)	연동	51	가설경문Anchor Bolt	자동
25	일반천공다단그라우팅(그라우팅)	연동	52	가설경문 Base Plate	자동
26	프리그라우팅	연동	53	가설경문와이어매쉬	자동
27	일반천공다단그라우팅(강관)	연동	54	가설경문스페이서	연동
28	면정리	자동	55	경구보강와이어매쉬	연동
29	용수처리	연동	56	가설경문 기초콘크리트	자동
30	스파이럴썬닥트관	자동/연동	57	가설경문 기초거푸집	자동
31	공동구뚜껑	자동	58	폴리에틸렌발포단열재	자동
32	명암거유공관	자동	59	드레인보드	자동
33	명암거축벽유공관	자동	60	아스팔트코팅	자동
34	명암거삽석재용	자동	61	PVC 반달관	자동
35	격자지보공	자동	62	측벽배수공삽석채움	자동
36	채움콘크리트	자동	63	다웰바	자동
37	터널배수공비닐깔기	자동	64	다웰바 캡	연동
38	포아폴링	자동	65	스트로폼	자동
39	콘크리트포장실린트출눈	자동	66	수평방지수재	자동
40	콘크리트포장세로출눈	자동	67	실린트	자동
41	콘크리트포장가로출눈	자동	68	실린트 본드	연동
42	콘크리트포장비닐깔기	자동	69	조인트 채움재	자동
43	콘크리트포장	자동	70	배구콘크리트신축이음	자동
44	배수콘크리트	자동	71	부직포	자동
45	시멘트안정처리필터층	자동	72	오염도장	자동
46	배수관PVC PIPE	자동	73	지보패턴 인장	자동
47	파형폴리에틸렌유공관	자동	74	배수관유공관이용관	자동
48	파형폴리에틸렌유공관이용관	연동	75	BLOCK OUT	자동
49	스틸그레이팅커버	자동			

해 오류분석을 선행하였다.

3. 물량 및 공사비 오차분석

본선 3.68km, 교량 15개소, 터널 2개소, 부체도로 3.66km, 이설도로 0.50km를 대상으로 오차 및 오차원인분석을 수행하였으며, 이 중에서 토공, 터널 공 및 교량공을 대상으로 오차분석한 결과를 제시하고자 한다. 오차율은 BIM 물량 대비 2D 물량에 대한 비율로서 다음과 같다.

$$\text{오차율}(\%) = \{(\text{BIM 물량} - \text{2D 물량}) \div \text{BIM 물량}\}$$

터널 2개소(중동터널/부동터널)에는 재래식공법에 비해 도심지 및 산악지역이 혼재되어 있는 지역에

적용하기에 경제성과 안정성 측면에 적합한 NATM (New Austrian Tunneling Method) 공법을 적용했다. 본 분석에서는 총굴착, 설계굴착, 숏크리트, 락볼트, 강지보공, 콘크리트라이닝, 콘크리트라이닝 신축이음, 콘크리트라이닝 시공이음, 배수콘크리트 신축이음, 배면그라우팅, 일반천공그라우팅, 포오폴링, 배수콘크리트, 유공관, PVC PIPE, 비닐슈트갯기, 멩암거 유공관, 멩암거 부직포, 멩암거 잡석채움, 방수막 및 부직포, 스틸그레이팅커버, 공동구뚜껑, 먼정리, 터널내오염도장, 채움콘크리트 등을 모델링을 통해 자동 물량산출 하였으며, 이를 대상으로 오차분석을 수행하였다. 오차분석에서는 전체 오차분석결과 중에서 중동터널 일부 공종을 표 3에서와 같이 2D기반 물량과 BIM기반 물량을 비교, 분석한 결과를 제시한다.

표 3에서와 같이 총굴착 및 설계굴착, 숏크리트, 콘크리트라이닝 공종은 동대구방향과 성서방향 상행선 및 하행선 방향에서 각각 동일한 선형 및 단면조건이 적용되어 상행선 및 하행선 각각에 포함되어 있는 공종들은 예측범위의 오차가 발생하였다. 각 상·하행선 오차율 변화는 아래 식에 의해 총굴착은 0.77%, 설계굴착은 0.74%, 숏크리트는 0.91%, 콘크리트라이닝은 0.81% 등과 같이 나타남을 알 수 있었다. 이는 경사 값이 동대구방향은 +4%, 성서방향은 -4%로써 서로 다른 경사를 가지고 있어 터널시·중점부의 Level 값이 다르게 적용되므로 상·하행선별 오차율 변화가 발생됨을 알 수 있었다. 또한 상·하행선 각각에 포함되어 있는 공종들의 오차율은 동대구방향에서 +1.259~-1.699%, 성서방향에서 +0.347~-2.469%와 같이 평면 및 종단곡선의 영향과 2D 기반 수량산출 시 반올림을 위한 소수점 절삭으로 인한 수량산출 오류 등의 원인으로 오차율이 발생된 것으로 판단된다.

$$\text{상·하행선 오차율 변화(\%)} = [\text{동대구방향 오차율(\%)} - \text{성서방향오차율(\%)}]$$

숏크리트의 경우 2D 방식에서는 리바운드율이 고

려된 물량인 반면, BIM 기반 수량산출에는 리바운드가 고려된 모델링은 불가함에 따라 리바운드를 고려한 수량산출은 연동물량으로 산출하여 오차율분석에 반영하였다. 여기서, 리바운드율은 2D 설계에서 적용한 13%를 동일하게 적용하였다. 콘크리트라이닝의 경우 2D 기반 수량산출 시 동대구방향의 P-6-2 구간 길이 18m를 56m로 적용된 설계오류를 수정하여 오차율분석에 반영하였다. 락볼트 공종은 구간별로 개수로 구분되는 공종으로 동대구방향 -0.459~ -1.650%, 성서방향 0.131~-0.208%의 미소한 오차율이 발생하였다. 이러한 오차는 2D 기반에서는 단위 길이당 개수를 산정 후 지보패턴별 길이를 곱하여 산출하는 방식인 반면, BIM 기반에서는 모든 락볼트를 일정한 간격으로 설계지침에 적합하도록 직접 모델링을 통하여 수량을 산출함으로써 지보패턴 변경 구역에서의 중복 및 누락 등의 문제점을 해결할 수 있는 정밀설계가 가능함을 확인할 수 있었다. 배수콘크리트인 경우는 인력타설과 기계타설 모두 오차율이 -1.392%~-0.526%로써 미소하게 나타났으며, 이는 평면 및 종단곡선의 영향과 2D 기반 수량산출 시 반올림을 위한 소수점 절삭으로 인한 수량산출 오류, 단위길이 당 개수 산정 후 지보패턴별 길이를 곱하여 산출하는 2D 산출방식 등이 원인으로 판단된다. 스틸그레이팅커버인 경우는 개수산정 오차율이 높게 나타났으며, 동대구방향 2개, 성서방향 4개 오차발생

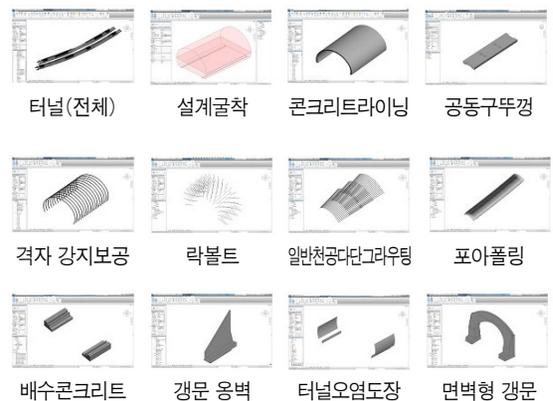


그림 1. NATM공법 BIM모델링

으로 2D 기반 수량산출 시 반올림을 위한 소수점 절삭 및 단위길이 당 개수 산정 후 지보패턴별 길이를 곱하여 산출하는 2D 산출방식에 따른 영향이 크게 나타남을 알 수 있었다. 맹암거 설계오류로 인한 큰 폭의 오차율 발생 외에는 그밖에 공종들에 대한 오차율은 미소하게 나타났으며 오차원인은 유사하다.

표 3. 중동터널의 2D 및 BIM기반 물량산출 오차 비교

본선	진행방향	단위	2D	BIM	오차율
총굴착	동대구방향	m ³	31,709	31,179	-1.699%
	성서방향	m ³	28,325	28,088	-2.469%
설계굴착	동대구방향	m ³	29,509	29,621	0.381%
	성서방향	m ³	26,799	26,702	-0.363%
숏크리트 (자동)	동대구방향	m ³		2.097	
	성서방향	m ³		1.884	
숏크리트 (연동)	동대구방향	m ³	2.380	2.410	1.259%
	성서방향	m ³	2.158	2.165	0.347%
락볼트-1	동대구방향	EA	3.099	3.085	-0.459%
	성서방향	EA	2.300	2.304	0.131%
락볼트-2	동대구방향	EA	391	385	-1.650%
	성서방향	EA	481	480	-0.208%
콘크리트 라이닝	동대구방향	m ³	3.234	2.945	-9.788%
	동대구방향(수정)	m ³	2.932	2.945	0.441%
	성서방향	m ³	2.657	2.647	-0.370%
배수콘크리트 (인력타설)	동대구방향	m ³	162.594	160.949	-1.022%
	성서방향	m ³	161.910	161.063	-0.526%
배수콘크리트 (기계타설)	동대구방향	m ³	973.690	966.986	-0.693%
	성서방향	m ³	868.467	856.543	-1.392%
스틸그레이팅 커버	동대구방향	EA	30.4	28	-8.571%
	성서방향	EA	27.6	24	-15.000%

총굴착의 경우는 물량 -1.699%~-2.469%의 오차를 발생에 공사비는 0.018%(단가 16,147~40,675)의 오차율, 숏크리트의 경우는 물량 0.347%~1.259%의 오차율 발생에 공사비는 0.848%(단가 26,218~87,846)의 오차율, 락볼트의 경우는 물량 -1.650%~0.131%의 오차율 발생에 공사비는 -0.373%(단가 53,848~88,438)의 오차율, 콘크리트 라이닝의 경우는 물량 -0.370%~0.441%의 오차를 발생에 공사비는 0.207%(단가 11,029~12,261)

의 오차율이 발생하는 등 물량의 오차율이 작으나 단가가 높은 경우가 물량의 오차율이 크더라도 단가가 낮은 경우보다 공사비에 미치는 영향이 큼을 알 수 있었다. 따라서 물량의 오차율 변화의 폭 보다는 단가가 공사비에 미치는 영향이 큼을 알 수 있었다. 따라서 향후 BIM 설계결과와 품질검증 측면에서의 품질상세수준 설정을 위해서는 물량산출 오차율 변화에 대한 민감도에 따른 물량-LOD(Level of Detail)보다는 단가에 대한 민감도에 따른 단가-LOD를 기준으로 품질-LOD를 설정하는 것이 합리적이라 판단된다.

다음은 토공물량산출을 위하여 본선 3.68km를 대상으로 그림 2와 그림 3에서와 같이 1개 공구 전체를 대상으로 수치지형도 작업, 삼각망 구축작업, 암지형 작업, 선형 작업, 편경사 및 종단선형 작업, 횡단 코리더 작업, 지표면 작업, 토공량 추출작업 순으로 진행하였다.

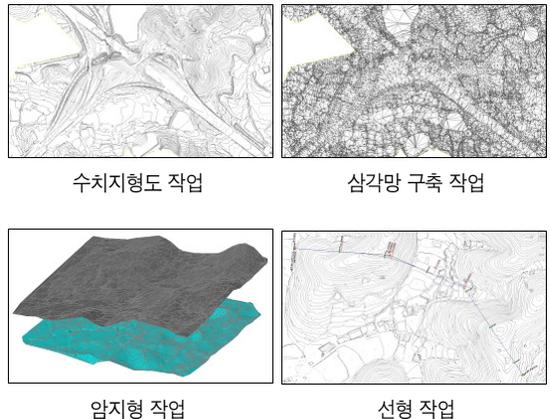


그림 2. 토공물량산출을 위한 토공량 추출작업순서



그림 3. 대상 공구 본선 지형도

토공 기성관리 및 공정관리를 위하여 그림 4에서와 같이 20m 간격으로 분절하여 암질별 모델링 객체를 생성하고 토공량을 산출하였다.

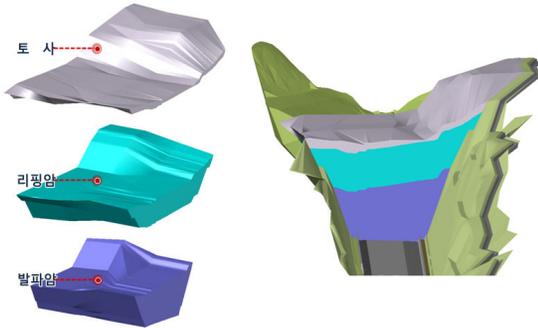


그림 4. 토공물량산출을 위한 암질별 분류

오차율은 본선1구간(STA.0+000~ STA.1+600), 본선2구간(STA.1+600~ STA.3+680), 상매분기점(RAMP-A, RAMP-B, RAMP-C, RAMP-D, RAMP-E), 동대구분기점(RAMP-E, RAMP-F1, RAMP-F2, RAMP-G, RAMP-H, RAMP-I)로 구분하여 분석을 수행하였다.

표 4. 각 구간별 쌓기·깎기부 물량산출 오차율

구 분		쌓기		깎기		
		토사	토사	리핑암	발파암	절토계
		m ³				
본선1 구간	2D	196,991	35,826	27,705	133,682	197,213
	BIM	219,969	41,327	28,995	130,003	200,324
	오차율	10.446%	13.310%	4.448%	-2.830%	1.553%
본선2 구간	2D	283,763	52,926	36,984	153,159	243,069
	BIM	251,327	40,062	27,081	134,624	202,307
	오차율	-12.906%	-30.353%	-36.567%	-13.768%	-20.148%
상매 분기점A	2D	71,656	10,413	7,404	7,572	25,389
	BIM	62,267	58,023	0	7,870	65,892
	오차율	-15.079%	82.054%	-	3.378%	61.469%
상매 분기점B	2D	6,659	10,673	7,590	21,182	39,446
	BIM	4,978	12,210	8,059	21,280	41,550
	오차율	-33.772%	12.584%	5.823%	0.461%	5.064%
상매 분기점C	2D	27,210	9,506	10,370	46,985	66,861
	BIM	32,919	10,097	3,279	26,675	40,051
	오차율	17.345%	5.852%	-216.297%	-76.140%	-66.942%

구 분		쌓기		깎기		
		토사	토사	리핑암	발파암	절토계
		m ³				
상매 분기점D	2D	370	6,913	6,989	44,634	58,536
	BIM	239	6,580	4,315	28,585	39,479
	오차율	-55.183%	-5.064%	-61.983%	-56.146%	-48.271%
상매 분기점E	2D	1,114	5,131	631	14,239	20,002
	BIM	8,168	6,361	473	10,613	17,447
	오차율	86.362%	19.337%	-33.503%	-34.165%	-14.641%
동대구 분기점E	2D	10,758	3,321	294	88	14,461
	BIM	11,842	781	125	3	909
	오차율	9.150%	-325.166%	-135.068%	-2944.983%	-1490.783%
동대구 분기점 F1	2D	16	1,011	0	0	1,1011
	BIM	36,942	1,391	0	0	1,391
	오차율	99.957%	27.339%	-	-	27.339%
동대구 분기점 F2	2D	73,911	6,201	9,004	17,524	32,730
	BIM	34,479	2,878	4,229	10,328	17,436
	오차율	-114.367%	-115.469%	-112.898%	-69.669%	-87.714%
동대구 분기점G	2D	47,302	1,033	0	0	1,033
	BIM	35,399	466	9	0	475
	오차율	-33.624%	-121.776%	100.000%	100.000%	-117.462%
동대구 분기점H	2D	5,822	669	2,337	2,683	5,698
	BIM	5,822	669	2,337	2,683	5,698
	오차율	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
동대구 분기점I	2D	-8,728	2,776	2,236	5,320	10,332
	BIM	8,567	287	1,288	3,025	4,600
	오차율	-1.872%	-868.623	-73.609%	-75.845%	-124.615%
계	2D	734,300	146,399	111,545	447,069	715,772
	BIM	712,917	181,671	80,190	375,690	637,551
	오차율	-2.999%	19.415%	-39.100%	-19.000%	-12.269%

2D 기반에서는 토공량을 정측점 간격을 20m 간격으로 설정하여 양단면 평균법에 의해 산출하는 반면, BIM 설계기법을 이용한 토공량 산출은 1개 공구 전체를 대상으로 모델링 후 기본 간격 20m로 분절하여 토공량을 산출하는 방식으로 20m마다 토사, 리핑, 발파 3D 객체로 구성되며 각 암질 토공량은 형상 그대로 적분법을 통하여 산출됨에 따라 정밀도가 월등하다.

전체 토공량의 오차율의 경우는 쌓기부는 -3.00%, 깎기부는 -12.27%가 발생하는 것을 알 수 있었다. 그러나 이러한 오차율은 적용 공구별로 전혀 다른 결

과가 나올 수 있으며 토사, 리핑, 발파의 오차를 또한 모든 공정별로 일정한 규칙으로 오차율이 발생되는 것은 불가능하고 경우마다 불규칙한 결과가 나타날 것으로 판단된다. 다만 지형의 형태에 따라 일정한 규칙성을 적용할 수는 있을 것으로 예상된다.

이를 위해 부산외곽1공구 기장행 STA. 2+166 ~ STA. 2+570 구간 404m 산지부를 대상으로 기존의 2D 설계방식인 양단면 평균법을 동일한 지형조건 및 지질도를 그리고 동일한 토공산출프로그램(RoadDesign RD)을 적용하여 간격만을 20m(기존방식), 10m, 5m, 1m 등으로 조절하여 진행해 본 결과, 표 5에서와 같이 20m간격(기존방식)과 1m간격의 양단면 평균법 토공량 차이가 2배~3배 가량 차이가 있음을 알 수 있었다. 그러나 지형이 평지인 경우는 일정한 규칙성이 작용할 것으로 판단되며, 산지인 경우는 평탄성의 정도에 따른 규칙성을 규명할 수 있을 것으로 판단된다.

표 5. 양단면 평균법을 적용한 부산외곽 1공구 산지부의 토공량 산출결과

구 분	20m 간격	10m 간격	5m 간격	1m 간격	
흙깎기부	67,897	97,454	97,861	110,548	
토사	15,698	30,207	32,762	61,161	
	리핑	24,875	37,585	36,223	23,069
	발파	27,324	29,662	28,876	26,318
흙쌓기부	55,555	153,618	153,258	169,122	
노상	3,185	8,045	8,046	8,030	
	노체	52,370	145,573	145,212	161,092

표 6에서와 같이 도로 본선구간 3.2km 전체를 대상으로 기존의 2D 설계방식인 양단면 평균법을 동일한 지형조건 및 지질도를 그리고 동일한 토공산출프로그램(RoadDesign RD)을 적용하여 간격만을 20m(기존방식), 10m, 5m, 1m 등으로 조절하여 진행해 본 결과 흙깎기부와 흙쌓기부의 전체 토공량에서는 큰 차이가 없으나 흙깎기부의 토사량은 8.88%, 리핑은 -7.99%, 발파는 -1.19%로 토사량이 리핑과 발파량 보다 많이 나왔음을 알 수 있었다. 이는 산지부와 평지부에서의 불규칙한 토공량 변화가 있어 전체 토공량에 미치는 영향이 작다고 하더라도 토사량이 많이 산출된 결과는 공사비의 과대예산의 결과가 나올 수 있었다.

이러한 토공량 산출이 양단면 평균법을 동일한 지형조건 및 지질도를 그리고 동일한 토공산출프로그램(RoadDesign RD)을 적용하여, 간격만을 조절하여 진행하였을 경우에도 상당한 차이가 발생한다. 이는 기존의 20m 간격의 양단면 평균법을 통한 토공산출 방식에 문제점이 있음을 알 수 있었다. 이러한 차이가 발생된 원인을 파악하고자 그림 5에서와 같이 평면도와 종단면도에서의 20m 평균단면법일 경우와 5m 평균단면법의 경우를 비교해 본 결과, 간격이 좁을수록 원지형이 고려된 사면임을 알 수 있었다. BIM 기반의 토공량 산출방식은 1m간격보다 더욱 조밀한 방식으로 미분하여 적분체적량을 산출하는 방식이므로 원지형을 완벽하게 고려한 사면을 생성하고 토공량을 산출하는 방식임을 확인할 수 있었

표 6. 양단면평균법을 적용한 도로 본선구간 3.2km 전체의 토공량 산출결과

구 분	측정간격(20m)	측정간격(1m)	오차(%)	측정간격(5m)	오차(%)	측정간격(10m)	오차(%)	
깎기부	255,823.85	253,693.07	-0.83	254,067.86	-0.69	255,274.05	-0.21	
토사	96,235.12	108,812.66	13.07	106,647.15	10.82	104,785.17	8.88	
	리핑	105,879.83	90,671.21	-14.36	93,894.21	-11.32	97,417.88	-7.99
	발파	53,708.90	54,209.20	0.93	53,526.50	-0.34	53,071.00	-1.19
쌓기부	86,021.53	86,077.56	0.07	86,145.23	0.14	86,180.45	0.18	
노상	5,168.86	5,103.39	-1.27	5,090.99	-1.51	5,105.36	-1.23	
	노체	80,852.67	50,974.17	0.15	81,054.24	0.25	81,075.09	0.28

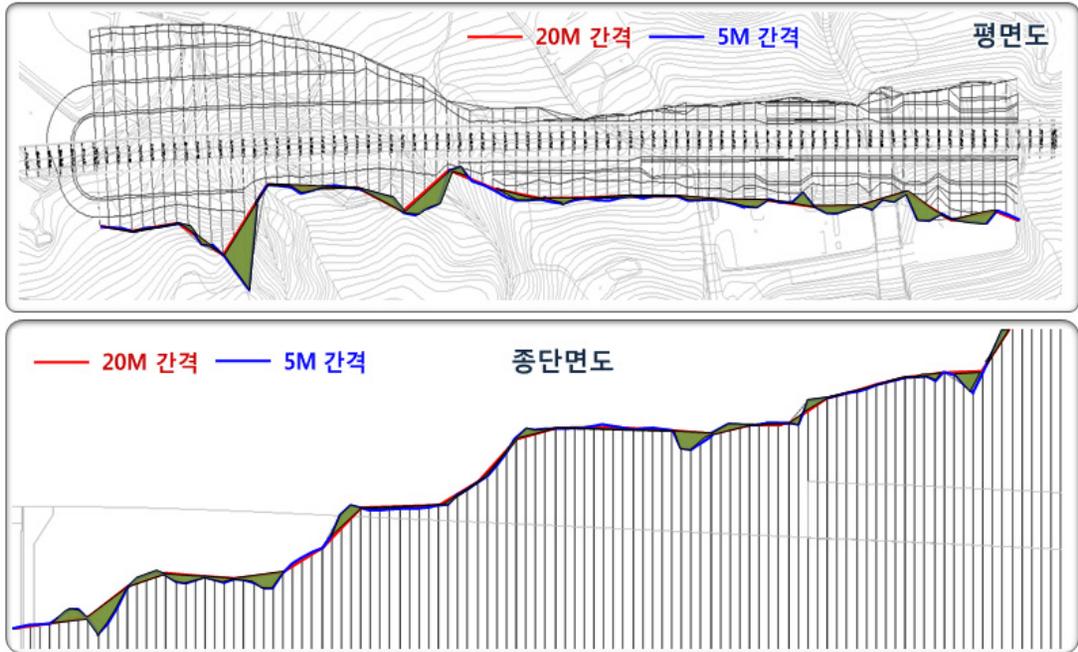


그림 5. 축점간격에 따른 평면도 및 종단면도의 물량산출 결과 추이

다. 여기서 BIM 기반의 원지형 생성방식 또한 기존의 2D 기반 방식과 유사하지만 지형 TIN 데이터의 오류를 최소화하여 진행된 원지형도이므로 원지형에 대한 신뢰도 또한 높으므로 더욱 더 BIM 기반의 토공량 산출방식이 신뢰도가 높음을 알 수 있었다.

대구순환고속도로건설공사(제5공구)에서는 BIM 기반의 토공량 산출방식을 적용한 결과, 깎기부의 토사, 리핑암, 발파암에서 각각 평균 19.42%, -39.10%, -5.69%의 오차가 발생하였다. 이 또한 본선1구간, 본선2구간 등 각 구간별로 전혀 다른 결과가 나옴을 알 수 있었다. 쌓기부의 쌓기 재료는 보통 토사이기 때문에 쌓기 높이에 따라 토사의 양만 일정한 패턴으로 증감된다. 따라서 쌓기부의 토사량 오차율이 발생하는 원인은 2D 기반 수량산출에 반영되는 원지형과 BIM 기반 수량산출에 반영되는 원지형의 높이 차이 때문임을 알 수 있었다. BIM 기반의 원지형을 고려한 수량과 2D 기반의 양단면 평균법에 의한 구간별 수량은 큰 차이를 보였다. 따라서 토공 산출은 기존의 2D 기반의 양단면 평균법에 문제점을

가지고 있음을 알 수 있다.

토공의 경우는 지형의 3차원적인 접근방식의 차이로 인한 물량 오차가 발생됨에 따른 공사비에 미치는 영향이 큰 반면, 물량 오차율이 가장 미소하게 발생하는 공종은 교량공 및 포장공임을 알 수 있었으며, 배수공 및 터널공의 경우는 설계오류가 빈번하게 발생되어 공사비에 영향을 주는 공종으로 향후 설계 시 주의를 필요로 하는 공종임을 알 수 있었다. 물론 배수공의 경우는 토공 물량산출방식의 변화에 따라서 공사비에도 영향을 미치는 것으로 예상된다. 이에 따라, 설계 시 가장 주의를 필요로 하는 공종은 터널공임을 알 수 있었다. 본 과업에서 부대공의 BIM 모델은 라이브러리 DB 구축만 하고 설계에 반영하지 않고, 물량 오차분석에서 제외하였다. 여기서 2D 기반의 토공량 산출은 공제 토량이 고려된 수량인 반면, BIM 기반의 토공량 산출은 공제 토량이 고려되지 않은 수량으로서, 이를 고려한다면 토공사비 차이가 약간의 차이는 있을 것으로 판단된다. 본 분석을 통해 기존의 2D 기반의 설계정보보다, BIM

기법을 이용한 설계가 보다 더 높은 정밀설계임을 알 수 있었다. 이를 통해 공사비 예산의 신뢰성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 설계오류 및 설계변경을 최소화함으로써 얻을 수 있는 신뢰성 향상 및 경제적 절감효과 등의 효과를 예상할 수 있다. 또한 물량의 DB화 및 DB활용을 통한 실시간 공정관리, 원가관리, 실적관리, 자재관리, 기성관리 등을 통해 시공관리의 투명성을 확보할 수 있는 프로세스임을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 과업을 통하여 구조물공의 경우, 기존의 수작업에 의존한 도면 및 수량산출은 설계오류만 없다면

크게 문제는 없으나, BIM 설계방식의 물량산출 방법이 더욱 정밀하고, 설계오류를 최소화할 수 있는 방식임을 알 수 있었다. 또한 물량 오차율이 가장 미소하게 발생하는 공종은 교량공과 포장공임을 알 수 있었으며, 배수공 및 터널공의 경우는 설계오류가 빈번하게 발생되어 공사비에 영향을 줌으로 향후 설계 시 주의를 필요로 함을 알 수 있었다. 토공의 경우는 기존의 2D 기반의 양단면 평균법에 상당한 문제가 있음을 알 수 있었다. 이는 공사비 예산설정에 막대한 영향을 미치는 사항으로서, 신뢰성 높은 정밀설계를 위해서는 반드시 BIM 설계방식의 도입이 필요하다. BIM 설계방식 도입은 건설시장의 생산성 향상뿐만 아니라 건설현장 운영의 투명성 및 공사비 예산편성의 신뢰도 향상에 크게 기여할 것으로 기대된다.

학회지 원고접수 안내

학회지 편집위원회에서는 다음과 같은 내용으로 여러분을 초대하고자 합니다. 언제든지 참여하시어 알찬 학회지를 만듭시다. 여러분의 원고를 기다리겠습니다. (연락처 : 학회사무국 또는 편집위원)

컬 럼	내용 및 형식	비 고
권두언/축사/제언/격려사	시사성 있는 내용으로 A4 2쪽이내 분량으로 작성	편집위원회 주관
특집	회원들에게 도로포장내용과 최신동향소개 : 특집편집위원회 주관하여 연재	게재원고료 지급 심의 후 게재
기술기사	도로 및 도로포장과 관련된 기술보고서로서 A4 10쪽 이내 분량으로 작성 : 사례연구, 공사지, 성공 및 실패사례, 지역별 도로특성, 국내 산학연 합동 연구, 국내외 관련연구소 소개 등	게재원고료 지급 심의후 게재
기술위원회 세미나 주요내용	기술위원회 세미나 내용을 자세히 요약하여 그 내용을 회원들에게 알리는 컬럼	기술위원회 제공
해외기술동향	도로 및 도로포장관련 해외의 최신 연구내용 및 결과로 A4 4쪽 이내	
국내의 학술회의	도로 및 도로포장과 관련된 학술 및 기술강좌, 세미나 등의 내용 소개	E-mail 이용 가능
문화산책(교양)	교양과 관련된 내용으로 A4 4쪽 이내 : 수필, 취미생활(등산, 낚시 등), 독후감 및 의견제시 등 자유내용	심의후 게재
국내의 신간도서 소개	최근 발간된 도로 및 도로포장 도서 내용소개 및 총평과 국내 회귀 입수 서적 소개	E-mail 이용 가능
학교 및 업체연구소 소개	도로 및 도로포장관련 학교 연구실 및 업체 연구소의 A4 2쪽 내외의 소개	게재분량 엄수
학회소식	정기총회 및 학술발표회 소식, 이사회 회의록, 기술위원회 활동소식 등	학회 사무국 제공
Q/A	도로 및 도로포장 관련 문제에 대한 질문과 답변	E-mail 이용 가능
회원동정	주소변경, 직장변경, 경조사, 회원가입, 박사 및 석사학위 취득자 등	E-mail 이용 가능

* 집필자는 필히 본인 및 공동집필자 사진을 첨부하십시오.

E-mail : ksre1999@hanmail.net