IC-PBL
고속도로 3차원 전환설계 프로젝트
A반 5조

과목	건설 CAD 및 전산응용
교수님	서종원
조교님	박수현, 김희연
팀원	우 강 김 이 김 원
제출일시	2022.12.19.월

목차

1장. 개요

1.1 - 프로젝트의 목적
1.2 – 구간분석

2장. 도로 설계

2.1 - 도로 설계 시 고려 사항 및 평가 사항
2.2 - 고려 사항 및 평가 사항 선택 이유
2.3 - 도로 설계 과정

3장. 물량 산출

3.1 - 물량 산출 시 고려사항 및 평가 사항
3,2 - 고려사항 및 평가 사항 선택 이유
3.2 - 물량 산출 과정

4장. 비교분석 및 결론

4.1 - 도로 설계와 물량 산출에서의 고려 사항에 따른 평가 과정
4.2 - 우선순위 및 가중치 설정
4.3 - 수치적 평가 및 결론

1장 개요

1.1 프로젝트 목적

고속도로의 설계를 위해 교량의 위치 및 길이를 선택하여 civil 3D를 통해 설계 후 비교, 분석을 통해 최선의 도로를 결정한다.

1.2 구간분석

설계 구간의 지형도를 살펴 보았을 때, 도로가 지나가는 구간이 모두 산지지형임을 알 수 있다.



2장 도로 설계

2.1 도로 설계 시 고려사항

'도로계획은 국토종합계획 및 각종 상위개발계획에서 수립된 중장기 도로망을 토대로 사회적·경제적 여건 및 도로교통여건 등을 고려하여 수립하여야 한다.' 에 근거하여 고려 사항 및 평가 사항을 결정한 후, 교량의 위치 및 길이를 선정하였다.

먼저, 교량 설정의 고려 사항 및 평가사항은 다음과 같다.

안전성	기후적 재난 요소, 배수
유동성	교량 연장 가능성,추가 도로 설계 가능성
지속발전성	생물 다양성 보존
경제적 효율성	교량 시공 시 경제적 효율성, 재료 운반 시 경제적 효율성, 성토량에 따른 경제적 효율성

2.2 고려 사항 선택 이유

- 교량 위치와 길이에 따른 경제적 효율성
- 교량이 설치됨에 따라 영향을 받는 생물적 요소
- 사회적 영향 중 교통사고와 이용자 등을 고려한 안전성
- 주변이 산지지형이고 발전이 많이 되지 않은 지역임을 참고했을 때 추후 발전가능성이 있음을 고려한 교량과 도로의 유동성

▶ 범주별 평가 요약표(ATS) 구성 영향 항목 목록

범주	화폐가치화 가능한 영향	화폐가치화가 가능하지만 경제성 편익에 미반영	정성적 평가
경제적 영향	비즈니스 사용자 및 민간 부문 공급자 (세금 수입 포함)	비즈니스 사용자에 대한 신뢰성 영향 광범위한 경제적 영향 (Wider Economic impact)	
환경적 영향	소음 공기 질 온실기체	경관	도시 경관 역사적 환경 생물적 다양성 수계 환경
사회적 영향	통근 및 기타 이용자 교통사고 신체활동 통행의 질	통근 및 기타 이용자에 대한 신뢰성 영향 선택 및 비사용 가치	보안 서비스 접근성 포용성 단절
공공 재정	대중교통 예산 간접적 세수입		

자료: Department for Transport(2021.6), p.3

표2. 범주별 평가 요약표

2.3 도로 설계 과정

도로 A

- 정해진 구간 내, 절토한 토양을 운반해 성토가 필요한 부분에 채워 넣을 예정

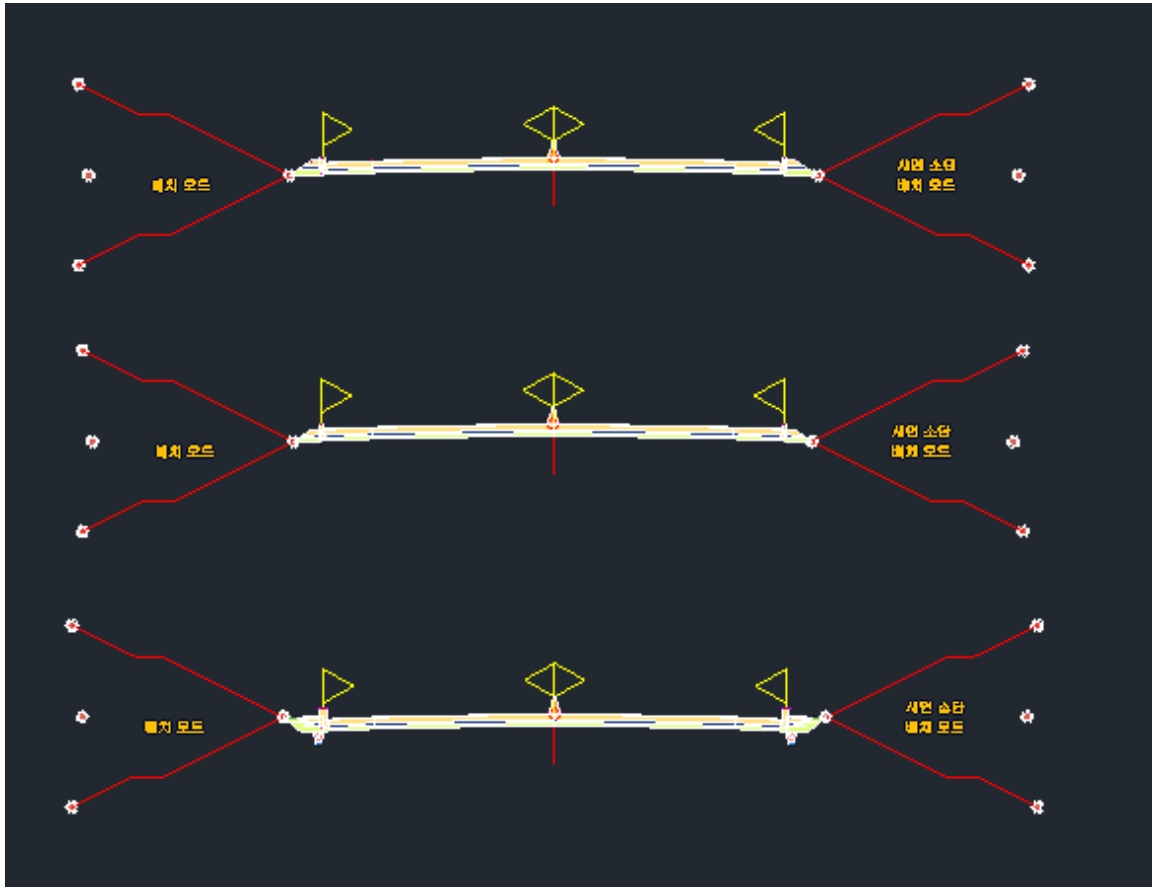
- 구간에서 살펴보았을 때,
절토할 부분 : 구간의 오른쪽 끝에(Stat. 4+660 ~ Stat. 5+250)
성토할 부분 : 구간의 왼쪽(Stat. 4+200 ~ Stat. 4+660)
이에 구간 내 시작점(Stat. 4+200~)에 교량을 설치하여 운반 거리 및 운반 비용을 최소화하고자 함

- 교량 설치 시, m당 4066만원이라는 비용이 발생해 경제적 측면에서 손해가 있을 것임에도 불구하고 140m가량의 길이에 도로 대신 교량을 설치한 것은 원지형의 훼손을 최소화하고 산림훼손의 정도를 최대한 낮추기 위함

- '국토교통부 시설물통합정보관리시스템에 따르면 2022년 4월 기준으로 즉각 사용을 금지해야 하는 E등급 시설물 중 도로교량(19개)이 가장 많았다.'는 점을 고려했을 때 , 교량이 자연재해에 취약하다는 점을 참고하여 설계

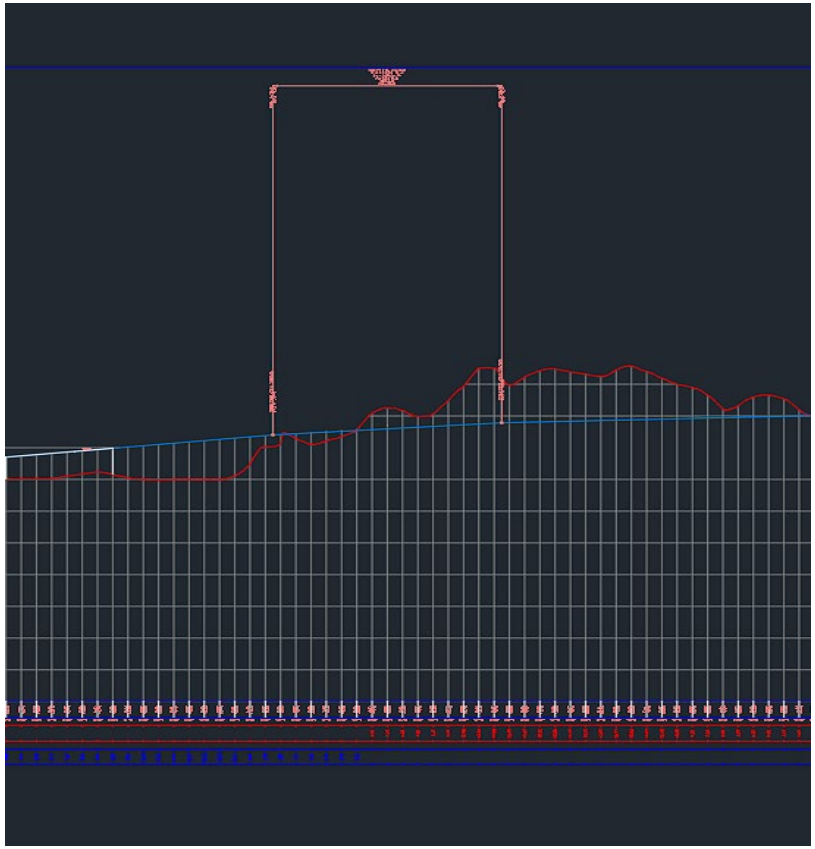
2.3 도로 설계 과정

도로 A 표준횡단



2.3 도로 설계 과정

도로 A 종단선형

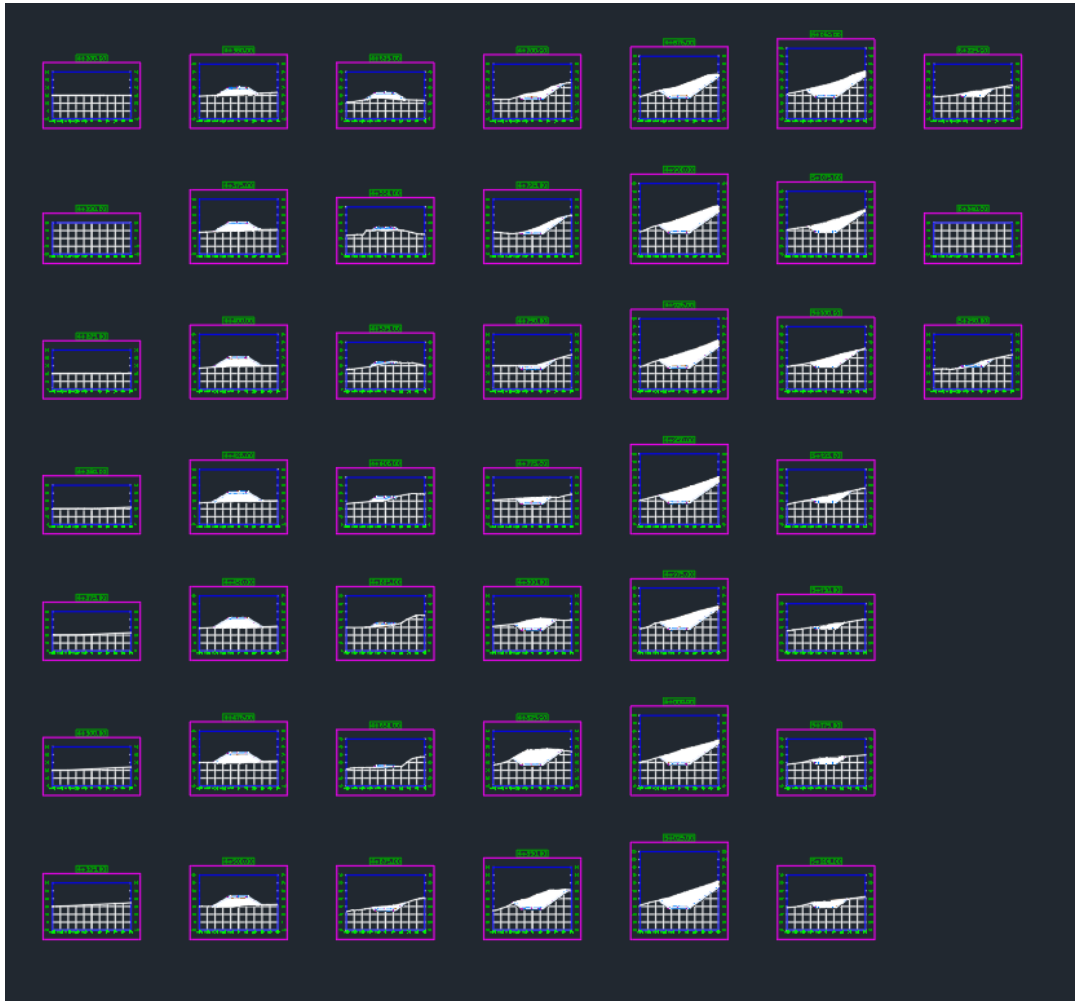


도로 A 평면선형



2.3 도로 설계 과정

도로 A 횡단면



2.3 도로 설계 과정

도로 A 토공량

측점	절토 면적(평방 미터)	절토 토량(입방 미터)	재사용 가능 토량(입방 미터)	성토 면적(평방 미터)	성토 토량(입방 미터)	누적 절토량(입방 미터)	누적 재사용 가능 토량(입방 미터)	누적 성토량(입방 미터)	누적 순 토량(입방 미터)
4+200.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4+220.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4+225.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4+250.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4+275.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4+300.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4+325.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4+350.000	0.01	0.07	0.07	329.99	4124.85	0.07	0.07	4124.85	-4124.78
4+375.000	0.01	0.23	0.23	414.17	9301.98	0.29	0.29	13426.83	-13426.54
4+400.000	0	0.16	0.16	466.26	11005.43	0.46	0.46	24432.27	-24431.81
4+425.000	0	0	0	478.49	11809.47	0.46	0.46	36241.74	-36241.28
4+450.000	0.04	0.51	0.51	492.37	12135.83	0.97	0.97	48377.57	-48376.6
4+475.000	0	0.51	0.51	517.93	12628.79	1.48	1.48	61006.36	-61004.88
4+500.000	0	0	0	494.5	12655.34	1.48	1.48	73661.7	-73660.22
4+525.000	0	0	0	247.57	9275.81	1.48	1.48	82937.51	-82936.03
4+550.000	0	0	0	79.3	4085.9	1.48	1.48	87023.4	-87021.92
4+575.000	8.72	108.96	108.96	31.82	1389.07	110.44	110.44	88412.48	-88302.04
4+600.000	2.31	137.8	137.8	98.2	1625.2	248.24	248.24	90037.68	-89789.44
4+625.000	0	28.84	28.84	72.65	2135.54	277.08	277.08	92173.22	-91896.14
4+650.000	0	0	0	35.88	1356.55	277.08	277.08	93529.77	-93252.69
4+675.000	156.97	1962.13	1962.13	0	448.46	2239.21	2239.21	93978.22	-91739.01
4+700.000	316.16	5914.09	5914.09	0	0	8153.3	8153.3	93978.22	-85824.92
4+725.000	303.92	7750.94	7750.94	0.23	2.89	15904.25	15904.25	93981.12	-78076.87
4+750.000	147.21	5639.05	5639.05	0.63	10.8	21543.3	21543.3	93991.92	-72448.62
4+775.000	253.73	5011.72	5011.72	0.03	8.34	26555.02	26555.02	94000.26	-67445.24
4+800.000	479.09	9160.29	9160.29	0	0.43	35715.31	35715.31	94000.68	-58285.38
4+825.000	806.44	16069.14	16069.14	0.01	0.11	51784.45	51784.45	94000.8	-42216.34
4+850.000	807.35	20172.34	20172.34	0	0.11	71956.79	71956.79	94000.91	-22044.12
4+875.000	877.86	21065.11	21065.11	0	0	93021.9	93021.9	94000.91	-979.01
4+900.000	1069.17	24337.87	24337.87	0	0	117359.77	117359.77	94000.91	23358.87
4+925.000	1039.29	26355.75	26355.75	0	0	143715.52	143715.52	94000.91	49714.61
4+950.000	943.21	24781.28	24781.28	0	0.01	168496.8	168496.8	94000.92	74495.89
4+975.000	835.95	22239.56	22239.56	0	0.03	190736.36	190736.36	94000.95	96735.41
5+000.000	922.55	21981.23	21981.23	0	0.02	212717.59	212717.59	94000.96	118716.62
5+025.000	1041.97	24556.44	24556.44	0	0	237274.03	237274.03	94000.97	143273.06
5+050.000	911.6	24419.64	24419.64	0	0	261693.66	261693.66	94000.97	167692.69
5+075.000	667.34	19736.78	19736.78	0	0.03	281430.44	281430.44	94001	187429.43
5+100.000	508.64	14699.81	14699.81	0	0.03	296130.25	296130.25	94001.04	202129.21
5+125.000	269.66	9728.78	9728.78	0.01	0.07	305859.02	305859.02	94001.1	211857.92
5+150.000	110.38	4750.43	4750.43	0.68	8.59	310609.45	310609.45	94009.69	216599.75
5+175.000	226.56	4211.65	4211.65	0	8.52	314821.1	314821.1	94018.22	220802.88
5+200.000	267.57	6176.59	6176.59	0	0	320997.68	320997.68	94018.22	226979.47
5+225.000	184.29	5648.28	5648.28	0	0.04	326645.96	326645.96	94018.25	232627.71
5+240.000	0	1382.19	1382.19	0	0.02	328028.15	328028.15	94018.28	234009.87
5+250.000	83.62	418.08	418.08	19.35	96.76	328446.23	328446.23	94115.03	234331.2

도로 B

- 공사비 산출을 위해서는 기본적으로 물량산출 과정을 거쳐야 함

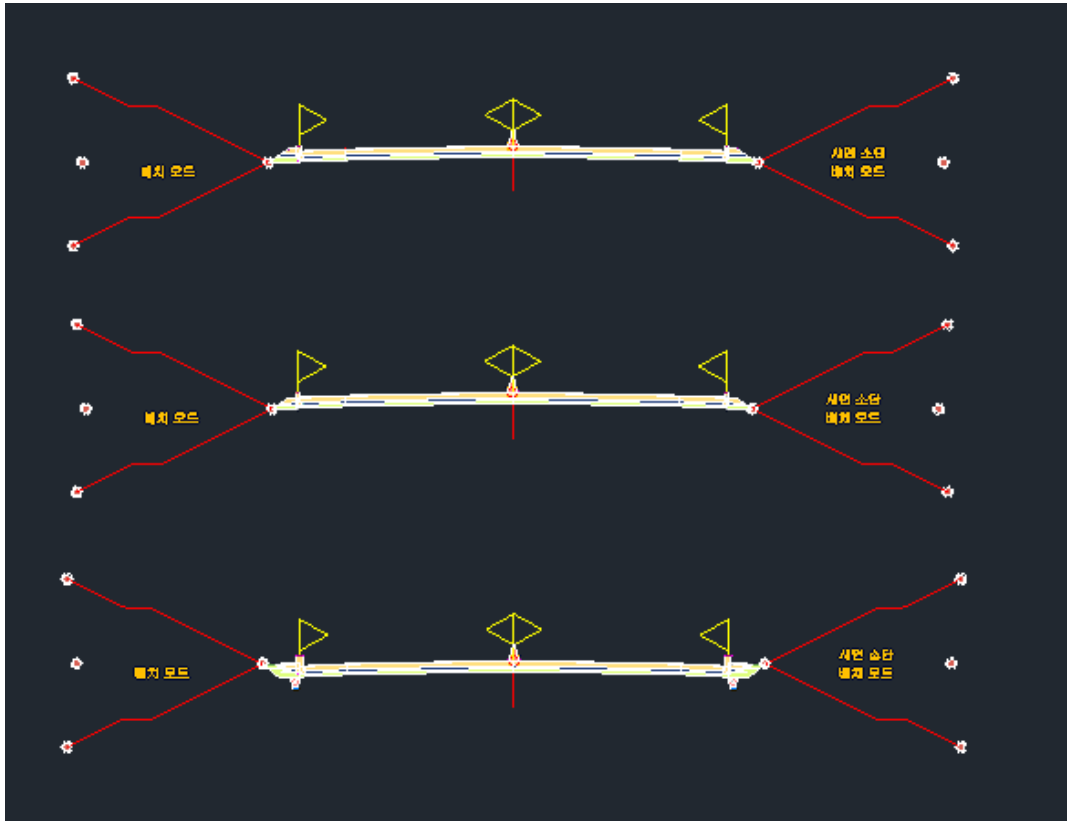
- 물량 산출 과정 중에는 토목 공사 진행 전 각 목적에 맞는 구조 설계와 그와 관련된 물량 산출 이전에 토공량 계산이 수반되어야 함

- 교량 B 설계 시 기본적인 토공량을 줄임으로써 토공조의 노무비, 재료비, 장비비를 줄이고자 함. 특히 해당 구간 내 성토 구간이 길고 교량 설치가 성토 구간을 줄여줄 수 있다는 점에 집중하여 성토량을 줄이는 것에 집중

- 교량 길이를 140m로 설정한 상태에서 구간별 성토면적이 가능한 최대인 Stat.4+380~Stat.4+520 구간에 교량을 설치

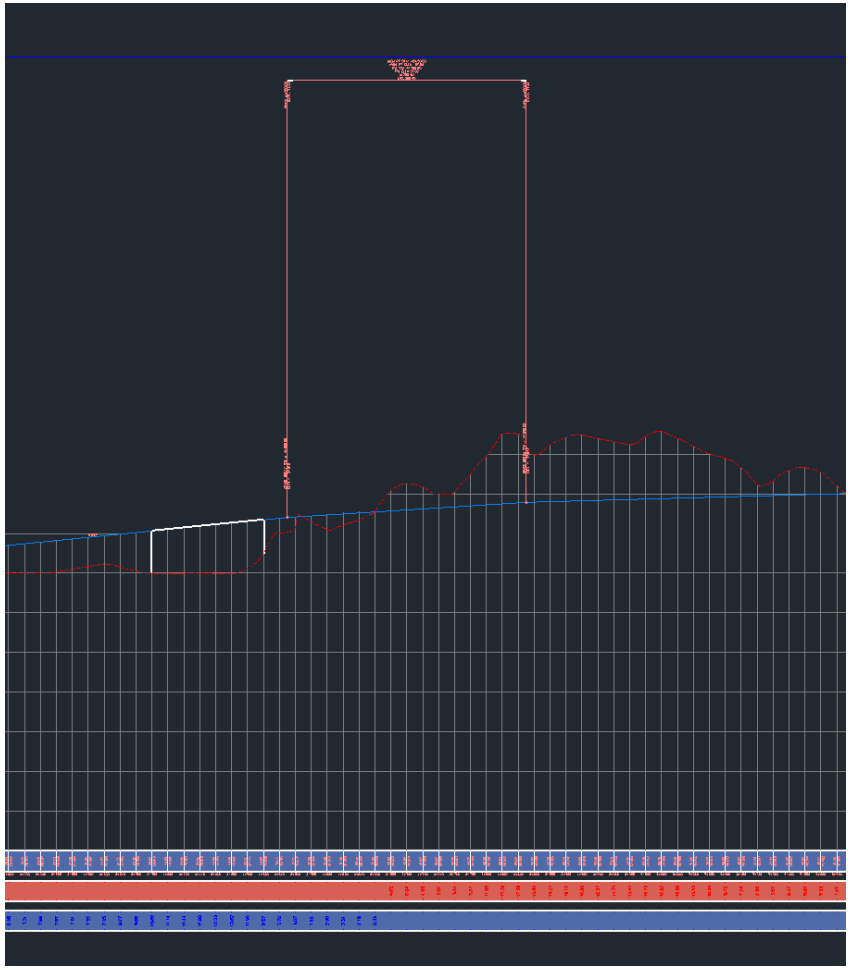
2.3 도로 설계 과정

도로 B 표준횡단



2.3 도로 설계 과정

도로 B 종단선형



도로 B 평면선형



2.3 도로 설계 과정

도로 B 횡단면



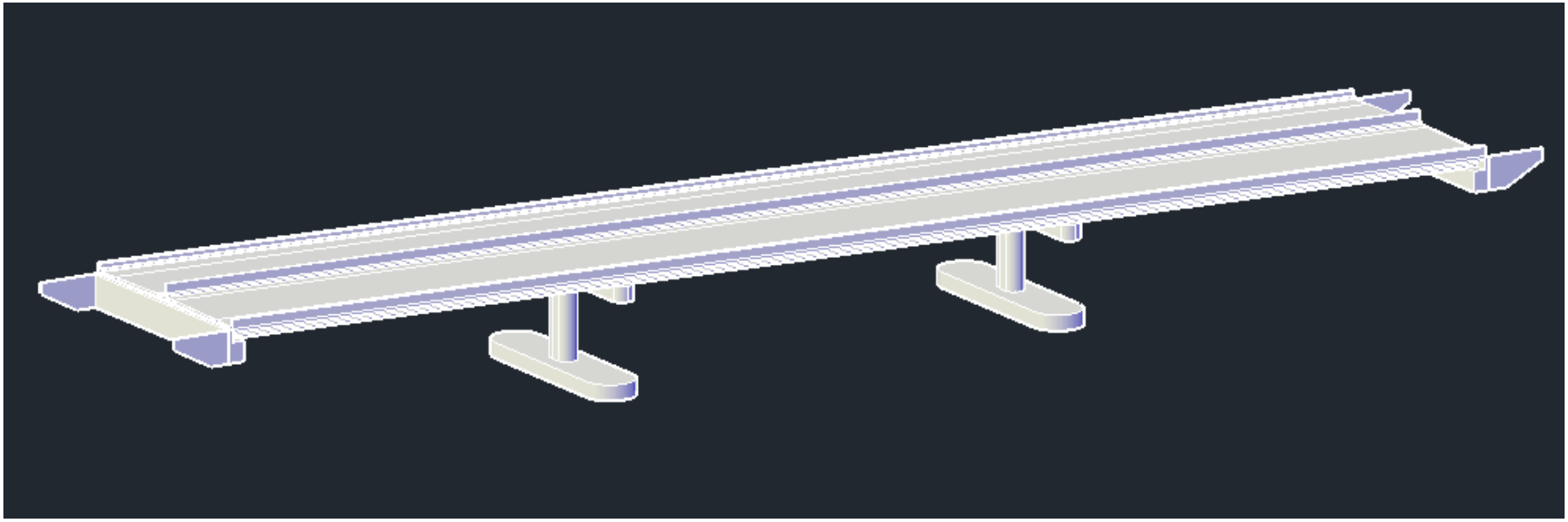
2.3 도로 설계 과정

도로 B 토공량

측점	절토 면적 (평방 미터)	절토 토량 (입방 미터)	재사용 가능 토량(입방 미터)	성토 면적(평방 미터)	성토 토량 (입방 미터)	누적 절토량 (입방 미터)	누적 재사용 가능 토량 (입방 미터)	누적 성토량(입방 미터)	누적 순 토량(입방 미터)
4+200.000	0	0	0	233.41	0	0	0	0	0
4+225.000	0	0	0	253.38	6084.94	0	0	6084.94	-6084.94
4+250.000	0	0	0	267.28	6508.27	0	0	12593.21	-12593.21
4+275.000	0	0	0	265.33	6657.59	0	0	19250.8	-19250.8
4+300.000	0	0	0	251.86	6464.83	0	0	25715.63	-25715.63
4+325.000	0.01	0.08	0.08	248.59	6255.57	0.08	0.08	31971.2	-31971.12
4+350.000	0.01	0.15	0.15	329.54	7226.65	0.23	0.23	39197.85	-39197.62
4+375.000	0.01	0.23	0.23	413.5	9288.05	0.45	0.45	48485.9	-48485.44
4+400.000	0	0.16	0.16	0	5168.76	0.61	0.61	53654.66	-53654.04
4+425.000	0	0	0	0	0	0.61	0.61	53654.66	-53654.04
4+450.000	0	0	0	0	0	0.61	0.61	53654.66	-53654.04
4+475.000	0	0	0	0	0	0.61	0.61	53654.66	-53654.04
4+500.000	0	0	0	0	0	0.61	0.61	53654.66	-53654.04
4+525.000	0	0	0	250.44	3130.46	0.61	0.61	56785.12	-56784.51
4+550.000	0	0	0	92.09	4281.59	0.61	0.61	61066.72	-61066.1
4+575.000	5.28	65.94	65.94	37.94	1625.33	66.56	66.56	62692.04	-62625.49
4+600.000	2.44	96.49	96.49	97.69	1695.36	163.04	163.04	64387.4	-64224.36
4+625.000	0	30.55	30.55	81.13	2235.23	193.59	193.59	66622.63	-66429.05
4+650.000	0	0	0	36.36	1468.54	193.59	193.59	68091.17	-67897.58
4+675.000	140.65	1758.18	1758.18	0	454.46	1951.77	1951.77	68545.63	-66593.86
4+700.000	291.31	5399.54	5399.54	0	0	7351.31	7351.31	68545.63	-61194.33
4+725.000	290.24	7269.4	7269.4	0.25	3.09	14620.71	14620.71	68548.72	-53928.01
4+750.000	137.95	5352.42	5352.42	0.94	14.83	19973.13	19973.13	68563.55	-48590.42
4+775.000	235.79	4671.75	4671.75	0.04	12.19	24644.88	24644.88	68575.74	-43930.86
4+800.000	467.03	8785.28	8785.28	0	0.45	33430.16	33430.16	68576.18	-35146.03
4+825.000	787.67	15683.79	15683.79	0.01	0.1	49113.95	49113.95	68576.29	-19462.34
4+850.000	789.12	19709.89	19709.89	0	0.1	68823.84	68823.84	68576.39	247.45
4+875.000	857.82	20586.73	20586.73	0	0	89410.57	89410.57	68576.39	20834.18
4+900.000	1036.91	23684.04	23684.04	0	0	113094.6	113094.6	68576.39	44518.21
4+925.000	1018.82	25696.6	25696.6	0	0	138791.2	138791.2	68576.39	70214.81
4+950.000	922.82	24270.57	24270.57	0	0.01	163061.77	163061.77	68576.4	94485.38
4+975.000	807.2	21625.35	21625.35	0	0.02	184687.13	184687.13	68576.42	116110.71
5+000.000	890.51	21221.38	21221.38	0	0.01	205908.51	205908.51	68576.44	137332.07
5+025.000	1021.53	23900.5	23900.5	0	0	229809.01	229809.01	68576.44	161232.57
5+050.000	885.5	23837.95	23837.95	0	0	253646.96	253646.96	68576.44	185070.51
5+075.000	636.24	19021.79	19021.79	0	0.02	272668.75	272668.75	68576.46	204092.29
5+100.000	481.24	13968.5	13968.5	0	0.02	286637.25	286637.25	68576.48	218060.77
5+125.000	259.12	9254.49	9254.49	0.02	0.21	295891.73	295891.73	68576.68	227315.05
5+150.000	98.82	4474.27	4474.27	0.74	9.43	300366	300366	68586.11	231779.89
5+175.000	206.58	3817.49	3817.49	0	9.22	304183.49	304183.49	68595.33	235588.16
5+200.000	257.96	5806.74	5806.74	0	0	309990.23	309990.23	68595.33	241394.9
5+225.000	173.7	5395.73	5395.73	0	0.04	315385.97	315385.97	68595.37	246790.6
5+250.000	77.98	3145.97	3145.97	20.2	252.6	318531.94	318531.94	68847.97	249683.97

2.3 도로 설계 과정

교량 A, B의 경우 위치는 다르나 교량의 길이와 형태는 다음 아래로 동일하다.

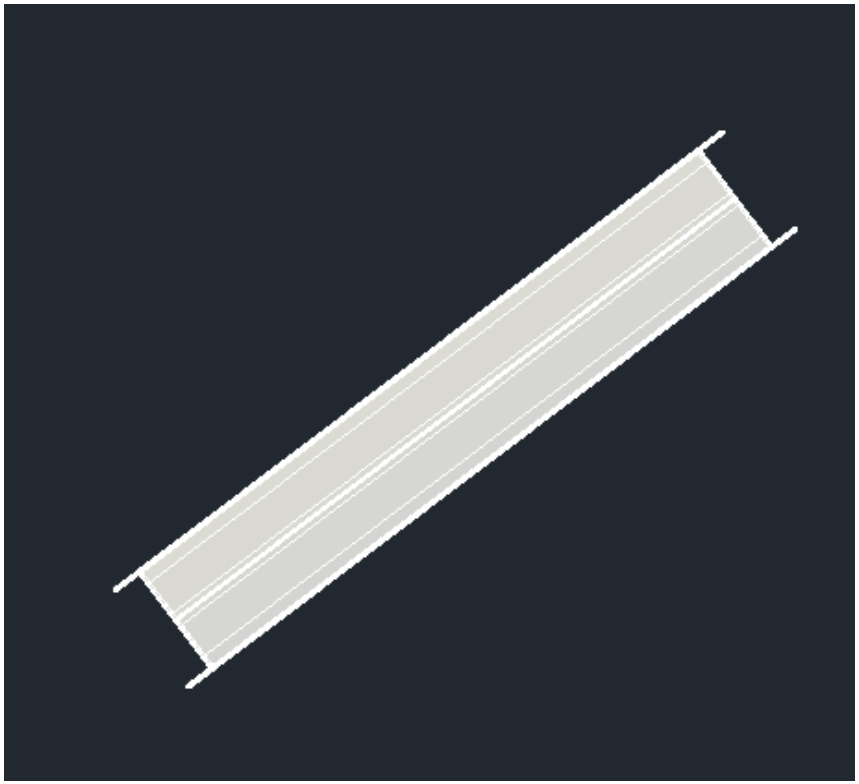


교량 A의 경우 교량 시공 위치는 Stat. 4+200 ~ Stat. 4+340이며, 교량 길이는 140m이다.
교량 B의 경우 교량 시공 위치는 Stat. 4+380 ~ Stat. 4+520이며, 교량 길이는 140m이다.

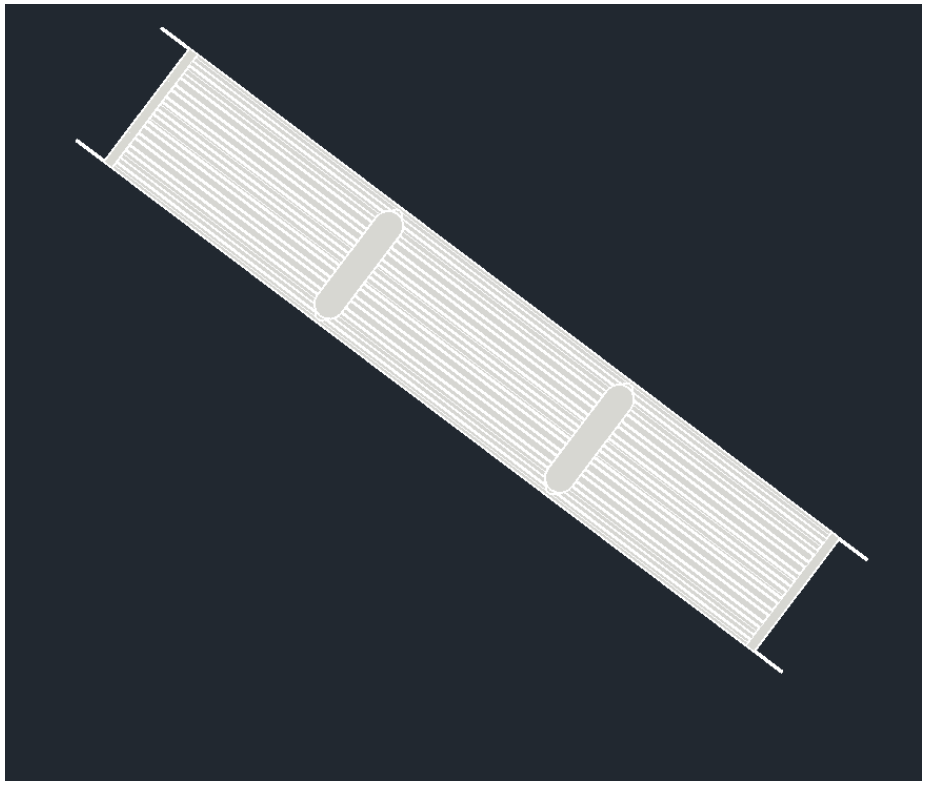
2.3 도로 설계 과정

교량을 투상시킨 토공도면을 나타내면 다음 아래와 같다.

교량 평면도

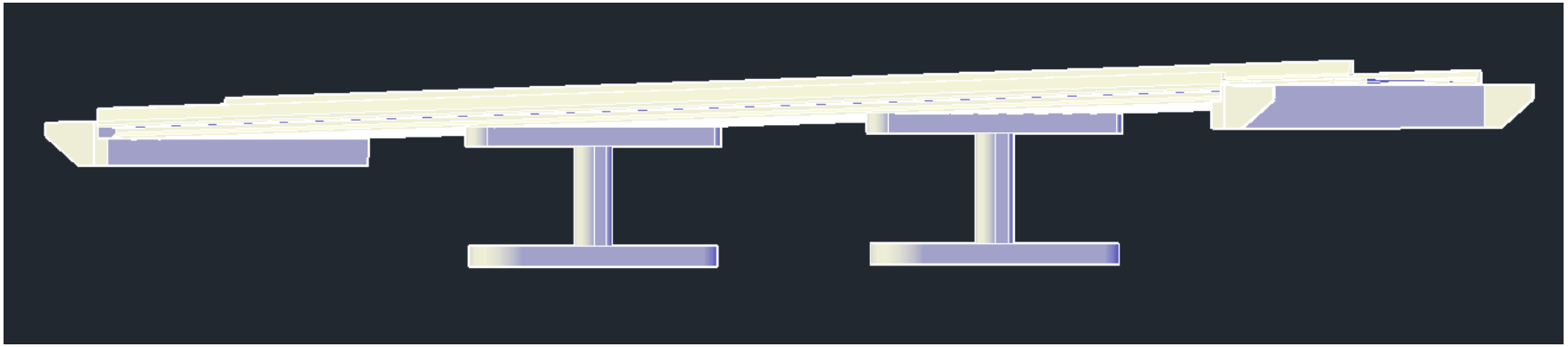


교량 밑면도

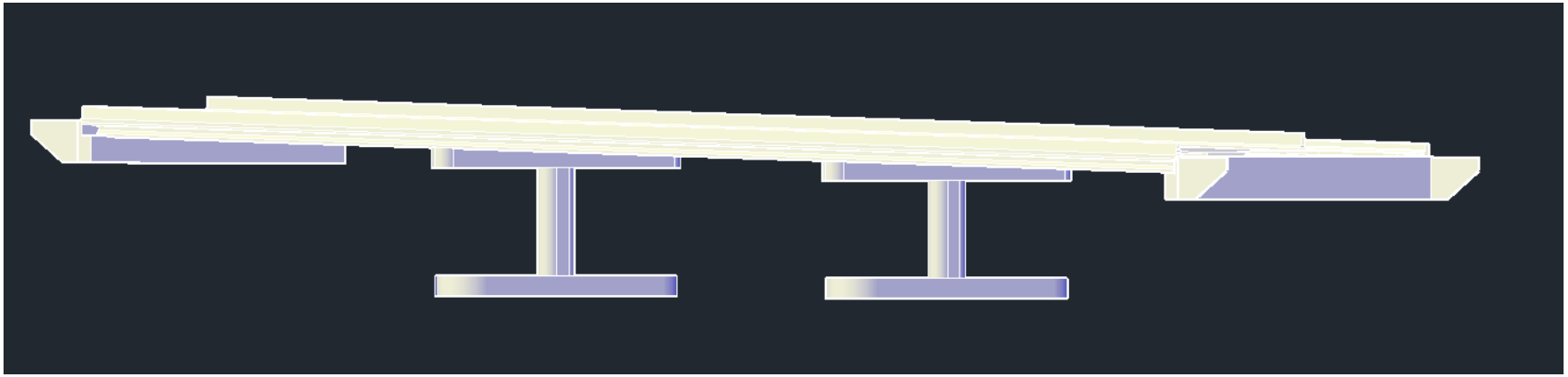


2.3 도로 설계 과정

교량 정면도

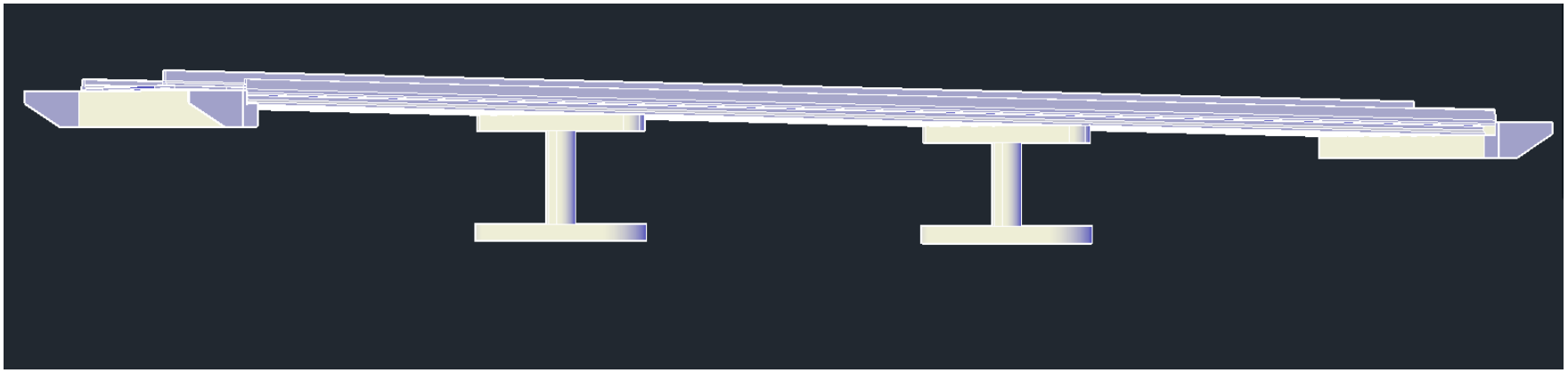


교량 배면도

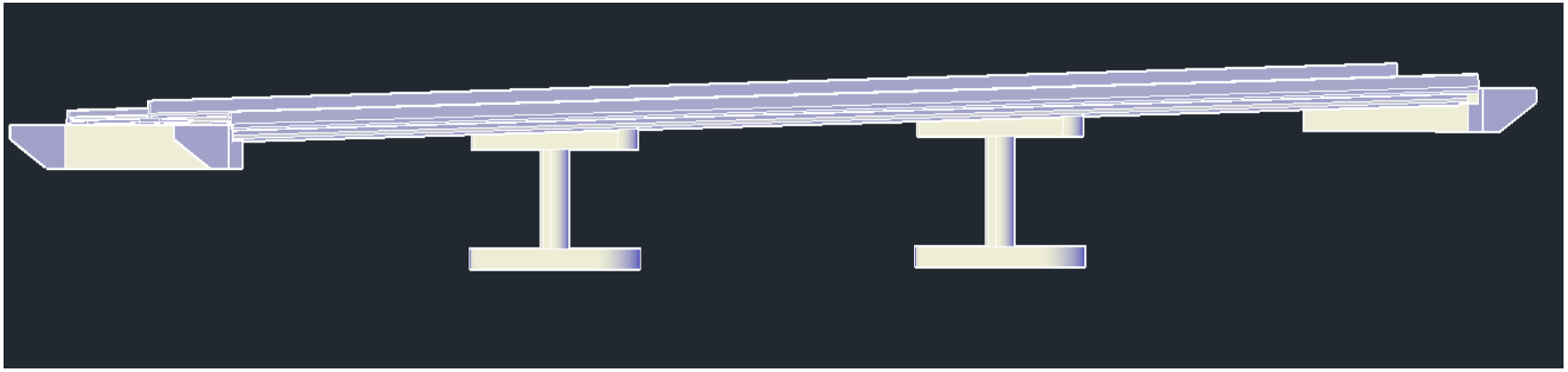


2.3 도로 설계 과정

교량 우측면도



교량 좌측면도



3장 물량 산출

3.1 물량 산출 시 고려 사항

먼저, 물량 산출 시의 고려사항은 다음과 같다.

경제적 효율성 (공사비)	교량 시공 시 경제적 효율성, 재료 운반 시 경제적 효율성, 성토량에 따른 경제적 효율성
시간적 효율성 (작업일수)	작업조 일일 작업량을 고려한 작업일수

3.2 고려 사항 선택 이유

경제적 효율성(공사비) : 도로투자사업에서는 대상사업에 소용되는 비용과 사회적으로 얻게 되는 각종 편익을 비교하여 투자의 효율성을 판단한다. 이 프로젝트에서는 사회적으로 얻게 되는 각종 편익은 알 수 없기에 대상사업에 소용되는 비용만을 고려한다. 이때 공사비는 교량 시공 시 공사비, 재료 운반 시 공사비, 성토량에 따른 공사비를 모두 고려한다.

시간적 효율성(작업일수) : 도로 공사 계획 수립 시 공사 기간이 목표 수준까지 도달하는 것이 사업의 타당성을 결정하므로 이를 고려하도록 한다. 특히 공사기간이 목표 기간을 넘기게 될 경우 추후 계획되어 있던 타 공사에도 악영향을 줄 뿐만 아니라 시공 과정이 주변 환경에 주는 피해가 장기간화 되면서 많은 손해를 보게 되므로 꼭 고려하여야 한다. 이때 공사기간의 경우 작업조 일일 작업량을 고려하여 계산한다.

이에 각 교량 시공과정에서의 A, B 물량을 산출해보고 각 교량 시공 과정에서의 경제적 효율성(공사비)과 시간적 효율성(공사기간)이 적정값인지 심층 비교 분석하고자 한다.

3.3 물량 산출 과정

물량 산출 시 다음과 같이 가정한다.

1. (굴삭, 적재, 운반)굴삭기와 덤프트럭, 도저를 이용
(정지) 모터 그레이더를 이용
(다짐)0 롤러와 도저를 이용

2. 고속도로를 건설하는 본 프로젝트의 작업규모를 대규모라 가정

굴삭기는 1.0m^3의 규격을 사용하였다.
덤프트럭은 15ton의 규격을 사용하였다.

8-1-1 건설기계 선정기준('17년 보완)

1. 작업종류별

작업종류	건설기계 종류
벌 개 , 제 근	불도저(레이크도우저)
굴 삭	로더, 굴삭기, 불도저, 리퍼
적 재	로더, 버킷식엑스커베이터
굴 삭 , 적 재	로더, 굴삭기, 버킷식 엑스커베이터
굴 삭 · 운 반	불도저, 스크레이퍼
운 반	불도저, 덤프트럭, 벨트컨베이어
부 설	불도저, 모터그레이더
함 수 량 조 절	살수차
다 짐	롤러(타이어, 탬핑, 진동, 로드), 불도저, 진동콤팩터, 래머, 탬퍼
정 지	불도저, 모터그레이더
도 랑 파 기	굴삭기, 트렌처

다. 굴 삭 기

구분 / 작업종류	작 업 규 모	표 준 규 격
굴 삭 적 재 작 업	소규모	굴삭기 0.4㎥
	중규모	0.7㎥
	대규모	1.0㎥ 이상

라. 덤 프 트 럭

구분 / 작업종류	작 업 규 모	표 준 규 격
덤 프 트 럭 운 반	소규모	덤프트럭 8톤 이하
	중규모	〃 8~15톤
	대규모	〃 15톤 이상

3.3 물량 산출 과정

횡단폭원이 23.4m임을 고려했을 때, 고속국도에 왕복 4차로의 교량을 시공하는 상황임을 알 수 있다. 따라서 교량의 가격은 개량형 PSC Beam을 쓴다는 가정하에 1m당 4066만원으로 가정한다.

〈표 Ⅲ-13〉 고속국도 교량형식별 표준공사비(2013년 기준)

(단위: 천원/m)

구 분	편도 2차로	왕복 4차로	왕복 6차로
PSC Beam	20,102	38,768	50,255
개량형 PSC Beam 계열	21,082	40,659	52,706
PSC Box 계열	35,146	67,782	87,865
ST. Box	26,295	50,712	65,738
RC Rahmen	35,366	68,205	88,414

주: 1) 편도 2차로 B= 11.7m, 왕복 4차로 B=23.4m, 왕복 6차로 B=30.6m, 교량난간 0.9m 포함.
2) 제비율 적용공사비 포함, VAT 제외.

3.3 물량 산출 과정

물량 산출 시, 공통의 가정은 다음과 같다.

- 공통 가정

1. 장비(E1~E6)의 production rate가 보통인부의 4배라고 가정
2. 특별인부(L2) 및 포장공(L3)의 production rate가 보통인부(L1)의 2배라고 가정
3. 보통인부(L1)의 production rate가 작업에 따라 다르다고 가정
4. 시간 외 작업 동안의 생산량은 정규작업시간 당 생산량의 90%로 가정
5. 시간 외 근무수당은 초과한 시간 당 통상 임금의 1.5배를 지급
6. 시간 외 작업 동안의 장비의 장비비는 정규작업시간(8hr)동안 작업한 장비의 장비비와 동일하다고 가정

3.3 물량 산출 과정

- 경우별 가정
경우 1,2 : 굴삭기의 production rate를 덤프의 production rate에 맞추는 상황
경우 3,4 : 덤프의 production rate를 굴삭기의 production rate에 맞추는 상황

- 작업조 선정
특별인부, 포장공 : 보통인부의 production rate을 2:1로 가정 (이로 인해 비용에 있어서 보통인부 2명보다는 특별인부 1명을 쓰는 것이 효율적이라고 생각해 경우 3,4를 설계)
건설 장비 : 교량의 위치에 따라 절토 부분과 성토 부분이 달라지므로, 재료 운반시에 쓰이는 건설 장비의 종류와 개수, 그에 따른 필요 인부수가 달라질 것을 고려

1-3 보조기층('08년 신설, '17, '21년 보완)

1-3-1 인력식 소규모장비 포설

(일당)

구 분	규 격	단 위	수 량	시공량 (㎡)
포 설 공		인	2	150
보 통 인 부		인	2	
굴 삭 기	0.6㎥	대	1	
진동롤러(핸드가이드식)	0.7ton	대	1	
살 수 차	5,500ℓ	대	0.5	
비 고	- 순수 인력 살수 시에는 살수품을 100㎡당 1인 가산한다.			

[주] ① 본 품은 소형 다짐장비를 사용한 소규모구간의 보조기층 포설 및 다짐 기준이다.
② 본 품은 포설준비, 포설 및 고르기, 다짐작업을 포함한다.
③ 장비는 현장여건 및 시험포장 결과에 따라 장비조합 및 규격을 변경하여 적용할 수 있다
④ 두께 20㎝일 때 100㎡당 살수량은 일반적으로 2ton을 표준으로 한다.

3.3 물량 산출 과정

각 건설기계의 비용은 다음을 근거로 측정하였다.

굴삭기

4. 실제 계산 방법		
① 시간당 손료	27,097	원
② 재료비	44,744.23	원
③ 노무비	47,967.71	원
④ 총계(1시간 당)	119,809	원
⑤ 총계(8시간 환산)	958,472	원

진동롤러

4. 실제 계산 방법		
① 시간당 손료	42,389	원
② 재료비	42,351.85	원
③ 노무비	47,967.71	원
④ 총계(1시간 당)	132,709	원
⑤ 총계(8시간 환산)	1,061,669	원

진동롤러

4. 실제 계산 방법		
① 시간당 손료	15,732	원
② 재료비	28,362.46	원
③ 노무비	47,967.71	원
④ 총계(1시간 당)	92,062	원
⑤ 총계(8시간 환산)	736,497.38	원

아스팔트페이버

4. 실제 계산 방법		
① 시간당 손료	50,352	원
② 재료비	26,161.93	원
③ 노무비	47,967.71	원
④ 총계(1시간 당)	124,482	원
⑤ 총계(8시간 환산)	995,853	원

덤프트럭

4. 실제 계산 방법		
① 시간당 손료	18,972	원
② 재료비	41,268.51	원
③ 노무비	47,967.71	원
④ 총계(1시간 당)	108,208	원
⑤ 총계(8시간 환산)	865,666	원

도저

4. 실제 계산 방법		
① 시간당 손료	30,478	원
② 재료비	31,853.23	원
③ 노무비	47,967.71	원
④ 총계(1시간 당)	110,299	원
⑤ 총계(8시간 환산)	882,391	원

3.3 물량 산출 과정

각 건설기계의 비용은 다음을 근거로 측정하였다.

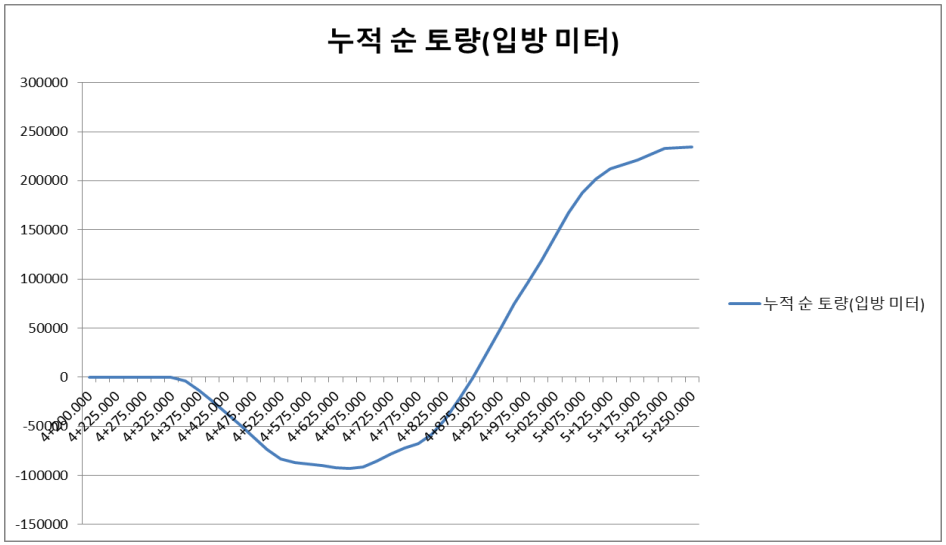
단가 (노무비[L], 재료비[M], 장비비[E])

code	인력	단가	단위
L1	보통인부	₩ 153,671	원/day
L2	특별인부	₩ 195,375	원/day
L3	포장공	₩ 232,804	원/day

code	재료	단가	단위
M1	Asphalt	₩ 77,000	원/ton
M2	Aggregate base	₩ 24,000	원/m^3

code	장비	단가(원/hr)	단가(원/day)
E1	굴삭기_무한궤도(1m^3)	₩ 119,809	₩ 958,472
E2	모터그레이더(일반용)	₩ 132,709	₩ 1,061,672
E3	진동롤러_자주식(12ton)	₩ 92,062	₩ 736,496
E4	아스팔트페이버(3m)	₩ 124,482	₩ 995,856
E5	덤프(15ton)	₩ 108,208	₩ 865,664
E6	도저_무한궤도(12ton)	₩ 110,299	₩ 882,392

3.3 물량 산출 과정 - 교량 A



총 절토량(m^3)	326645.96
총 성토량(m^3)	94018.25
총 절토-성토량(m^3)	232627.71

3.3 물량 산출 과정 - 교량 A

- 작업조 일일 작업량

경우 1, 2

code	작업조	단위	작업량	변동작업량
CR1	토공조	m^3/day	500	837.5
CR2	보조기층 포설조	m^3/day	1000	1675
CR3	보조기층 다짐조	m^2/day	600	1005
CR4	포장조	ton/day	500	837.5

경우 3, 4

code	작업조	단위	작업량	변동작업량
CR11	토공조	m^3/day	700	1172.5
CR12	보조기층 포설조	m^3/day	1200	2010
CR13	보조기층 다짐조	m^2/day	720	1206
CR14	포장조	ton/day	500	837.5

3.3 물량 산출 과정 - 교량 A

- 작업조 편성

경우 1

code	작업조	총 단가(원/day)	자원1		자원2		자원3		자원4		자원값1(원)	자원값2(원)	자원값3(원)	자원값4(원)
			자원량1	자원1	자원량2	자원2	자원량3	자원3	자원량4	자원4				
CR1	토공조	₩ 4,058,181	1	E1	3	E5	1	L2	2	L1	₩ 958,472	₩ 2,596,992	₩ 195,375	₩ 307,342
CR3	보조기층 포설조	₩ 1,215,343	1	E2	1	L1					₩ 1,061,672	₩ 153,671		
CR2	보조기층 다짐조	₩ 890,167	1	E3	1	L1					₩ 736,496	₩ 153,671		
CR4	포장조	₩ 1,536,002	1	E4	1	L3	2	L1			₩ 995,856	₩ 232,804	₩ 307,342	

경우 2

code	작업조	총 단가(원/day)	자원1		자원2		자원3		자원4		자원값1(원)	자원값2(원)	자원값3(원)	자원값4(원)
			자원량1	자원1	자원량2	자원2	자원량3	자원3	자원량4	자원4				
CR1	토공조	₩ 7,290,336	1	E1	3	E5	1	L2	2	L1	₩ 1,677,326	₩ 4,544,736	₩ 415,172	₩ 653,102
CR3	보조기층 포설조	₩ 2,184,477	1	E2	1	L1					₩ 1,857,926	₩ 326,551		
CR2	보조기층 다짐조	₩ 1,615,419	1	E3	1	L1					₩ 1,288,868	₩ 326,551		
CR4	포장조	₩ 2,890,558	1	E4	1	L3	2	L1			₩ 1,742,748	₩ 494,709	₩ 653,102	

경우 3

code	작업조	총 단가(원/day)	자원1		자원2		자원3		자원4		자원값1(원)	자원값2(원)	자원값3(원)	자원값4(원)
			자원량1	자원1	자원량2	자원2	자원량3	자원3	자원량4	자원4				
CR11	토공조	₩ 4,811,878	1	E1	4	E5	2	L2			₩ 958,472	₩ 3,462,656	₩ 390,750	
CR13	보조기층 포설조	₩ 1,452,422	1	E2	2	L2					₩ 1,061,672	₩ 390,750		
CR12	보조기층 다짐조	₩ 1,127,246	1	E3	2	L2					₩ 736,496	₩ 390,750		
CR14	포장조	₩ 1,461,464	1	E4	2	L3					₩ 995,856	₩ 465,608		

경우 4

code	작업조	총 단가(원/day)	자원1		자원2		자원3		자원4		자원값1(원)	자원값2(원)	자원값3(원)	자원값4(원)
			자원량1	자원1	자원량2	자원2	자원량3	자원3	자원량4	자원4				
CR11	토공조	₩ 8,567,318	1	E1	4	E5	2	L2			₩ 1,677,326	₩ 6,059,648	₩ 830,344	
CR13	보조기층 포설조	₩ 2,688,270	1	E2	2	L2					₩ 1,857,926	₩ 830,344		
CR12	보조기층 다짐조	₩ 2,119,212	1	E3	2	L2					₩ 1,288,868	₩ 830,344		
CR14	포장조	₩ 2,732,165	1	E4	2	L3					₩ 1,742,748	₩ 989,417		

3.3 물량 산출 과정 - 교량 A

- 총 공사비

경우 1 : 5,669,221,612 ₩

작업명	일일작업비용(원)	자재	총 작업량	작업량단위	작업조	총 작업일수(일)	일일작업시간 (hr/day)	총 자재비용(원)	총 인건비 및 장비비(원)	총 가격(원)
토공	₩ 4,058,181	토공	94,018	m3	CR1	189	8	-	₩ 766,996,209	₩ 766,996,209
잉여 및 부족 토공	₩ 4,058,181	토공	232,628	m3	CR1	466	8	-	₩ 2,836,668,519	₩ 2,836,668,519
보조기층 포설	₩ 1,215,343	M2	3685.5	m3	CR3	7	8	₩ 88,452,000	₩ 8,507,401	₩ 96,959,401
보조기층 다짐	₩ 890,167	M2	24570	m2	CR2	25	8	-	₩ 22,254,175	₩ 22,254,175
포장	₩ 1,536,002	M1	24299.73	TON	CR4	49	8	₩ 1,871,079,210	₩ 75,264,098	₩ 1,946,343,308

경우 2 : 5,957,064,741 ₩

작업명	일일작업비용(원)	자재	총 작업량	작업량단위	작업조	총 작업일수(일)	일일작업시간 (hr/day)	총 자재비용(원)	총 인건비 및 장비비(원)	총 가격(원)
토공	₩ 7,290,336	토공	94,018	m3	CR1	113	14	-	₩ 823,807,926	₩ 823,807,926
잉여 및 부족 토공	₩ 7,290,336	토공	232,628	m3	CR1	278	14	-	₩ 3,040,069,956	₩ 3,040,069,956
보조기층 포설	₩ 2,184,477	M2	3685.5	m3	CR3	3	14	₩ 88,452,000	₩ 6,553,431	₩ 95,005,431
보조기층 다짐	₩ 1,615,419	M2	24570	m2	CR2	25	14	-	₩ 40,385,472	₩ 40,385,472
포장	₩ 2,890,558	M1	24299.73	TON	CR4	30	14	₩ 1,871,079,210	₩ 86,716,748	₩ 1,957,795,958

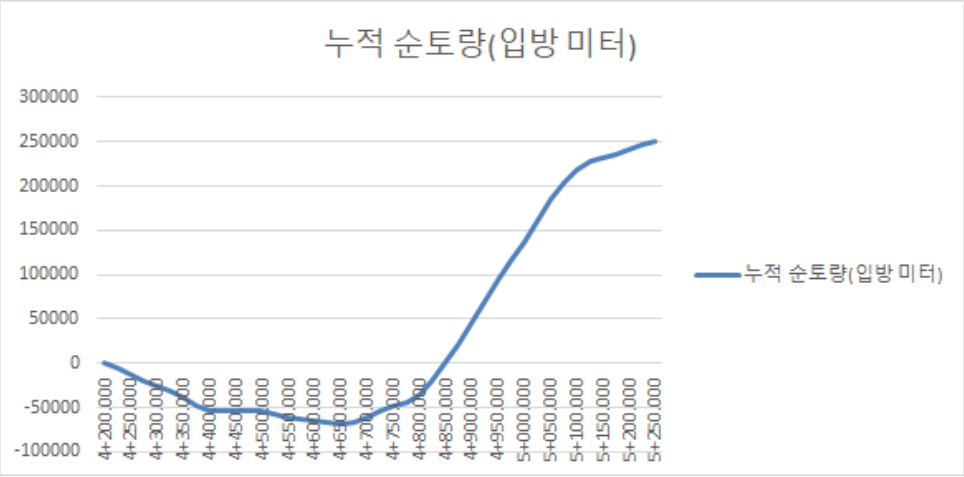
경우 3 : 4,479,939,305 ₩

작업명	일일작업비용(원)	자재	총 작업량	작업량단위	작업조	총 작업일수(일)	일일작업시간 (hr/day)	총 자재비용(원)	총 인건비 및 장비비(원)	총 가격(원)
토공	₩ 4,811,878	토공	94,018	m3	CR11	135	8	-	₩ 649,603,530	₩ 649,603,530
잉여 및 부족 토공	₩ 4,811,878	토공	232,628	m3	CR11	333	8	-	₩ 2,403,533,061	₩ 2,403,533,061
보조기층 포설	₩ 1,452,422	M2	3685.5	m3	CR12	4	8	₩ 88,452,000	₩ 5,809,688	₩ 94,261,688
보조기층 다짐	₩ 1,127,246	M2	24570	m2	CR13	35	8	-	₩ 39,453,610	₩ 39,453,610
포장	₩ 1,461,464	M1	24299.73	TON	CR14	49	8	₩ 1,871,079,210	₩ 71,611,736	₩ 1,942,690,946

경우 4 : 4,648,720,495 ₩

작업명	일일작업비용(원)	자재	총 작업량	작업량단위	작업조	총 작업일수(일)	일일작업시간 (hr/day)	총 자재비용(원)	총 인건비 및 장비비(원)	총 가격(원)
토공	₩ 8,567,318	토공	94,018	m3	CR11	81	14	-	₩ 693,952,738	₩ 693,952,738
잉여 및 부족 토공	₩ 8,567,318	토공	232,628	m3	CR11	199	14	-	₩ 2,557,344,348	₩ 2,557,344,348
보조기층 포설	₩ 2,688,270	M2	3685.5	m3	CR12	2	14	₩ 88,452,000	₩ 5,376,540	₩ 93,828,540
보조기층 다짐	₩ 2,119,212	M2	24570	m2	CR13	21	14	-	₩ 44,503,447	₩ 44,503,447
포장	₩ 2,732,165	M1	24299.73	TON	CR14	30	14	₩ 1,871,079,210	₩ 81,964,950	₩ 1,953,044,160

3.3 물량 산출 과정 - 교량 A



총 절토량(m^3)	318532
총 성토량(m^3)	68847.97
총 절토-성토량(m^3)	249684

3.3 물량 산출 과정 - 교량 A

- 작업조 일일 작업량

경우 5, 6

code	작업조	단위	작업량	초과근무 작업량
CR1	토공조	m^3/day	500	837.5
CR2	보조기층 포설조	m^3/day	1000	1675
CR3	보조기층 다짐조	m^2/day	600	1005
CR4	포장조	ton/day	500	837.5

경우 7, 8

code	작업조	단위	작업량	초과근무 작업량
CR5	토공조	m^3/day	1400	2345
CR6	보조기층 포설조	m^3/day	2400	4020
CR7	보조기층 다짐조	m^2/day	1320	2211
CR8	포장조	ton/day	1000	1675

3.3 물량 산출 과정 - 교량 A

- 작업조 편성

경우 5

code	작업조	총 단가(원/day)	자원1		자원2		자원3		자원4		자원값1(원)	자원값2(원)	자원값3(원)	자원값4(원)
			자원량1	자원1	자원량2	자원2	자원량3	자원3	자원량4	자원4				
CR1	토공조	₩ 4,058,181	1	E1	3	E5	1	L2	2	L1	₩ 958,472	₩ 2,596,992	₩ 195,375	₩ 307,342
CR3	보조기층 포설조	₩ 1,215,343	1	E2	1	L1					₩ 1,061,672	₩ 153,671	₩ -	₩ -
CR2	보조기층 다짐조	₩ 890,167	1	E3	1	L1					₩ 736,496	₩ 153,671	₩ -	₩ -
CR4	포장조	₩ 1,536,002	1	E4	1	L3	2	L1			₩ 995,856	₩ 232,804	₩ 307,342	₩ -

경우 6

code	작업조	총 단가(원/day)	자원1		자원2		자원3		자원4		자원값1(원)	자원값2(원)	자원값3(원)	자원값4(원)
			자원량1	자원1	자원량2	자원2	자원량3	자원3	자원량4	자원4				
CR1	토공조	₩ 7,290,336	1	E1	3	E5	1	L2	2	L1	₩ 1,677,326	₩ 4,544,736	₩ 415,172	₩ 653,102
CR3	보조기층 포설조	₩ 2,184,477	1	E2	1	L1					₩ 1,857,926	₩ 326,551	₩ -	₩ -
CR2	보조기층 다짐조	₩ 1,615,419	1	E3	1	L1					₩ 1,288,868	₩ 326,551	₩ -	₩ -
CR4	포장조	₩ 2,890,558	1	E4	1	L3	2	L1			₩ 1,742,748	₩ 494,709	₩ 653,102	₩ -

경우 7

code	작업조	총 단가(원/day)	자원1		자원2		자원3		자원4		자원값1(원)	자원값2(원)	자원값3(원)	자원값4(원)
			자원량1	자원1	자원량2	자원2	자원량3	자원3	자원량4	자원4				
CR5	토공조	₩ 9,623,756	2	E1	8	E5	4	L2			₩ 1,916,944	₩ 6,925,312	₩ 781,500	₩ -
CR6	보조기층 포설조	₩ 2,514,094	2	E2	2	L2					₩ 2,123,344	₩ 390,750	₩ -	₩ -
CR7	보조기층 다짐조	₩ 1,822,038	2	E3	1	L1	1	L2			₩ 1,472,992	₩ 153,671	₩ 195,375	₩ -
CR8	포장조	₩ 2,457,320	2	E4	2	L3					₩ 1,991,712	₩ 465,608	₩ -	₩ -

경우 8

code	작업조	총 단가(원/day)	자원1		자원2		자원3		자원4		자원값1(원)	자원값2(원)	자원값3(원)	자원값4(원)
			자원량1	자원1	자원량2	자원2	자원량3	자원3	자원량4	자원4				
CR5	토공조	₩ 17,134,636	2	E1	8	E5	4	L2			₩ 3,354,652	₩ 12,119,296	₩ 1,660,688	₩ -
CR6	보조기층 포설조	₩ 4,546,196	2	E2	2	L2					₩ 3,715,852	₩ 830,344	₩ -	₩ -
CR7	보조기층 다짐조	₩ 3,319,459	2	E3	1	L1	1	L2			₩ 2,577,736	₩ 326,551	₩ 415,172	₩ -
CR8	포장조	₩ 4,474,913	2	E4	2	L3					₩ 3,485,496	₩ 989,417	₩ -	₩ -

3.3 물량 산출 과정 - 교량 A

- 총 공사비

경우 5 : 5,679,818,255 ₩

작업명	일일작업비용(원)	자재	총 작업량	작업량단위	작업조	총 작업일수(일)	일일작업시간 (hr/day)	총 자재비용(원)	총 인건비 및 장비비(원)	총 가격(원)
토공	₩ 4,058,181	토공	68,848	m3	CR1	138	8	₩ -	₩ 560,028,978	₩ 560,028,978
잉여 및 부족 토공	₩ 4,058,181	토공	249,684	m3	CR1	500	8	₩ -	₩ 3,043,635,750	₩ 3,043,635,750
보조기층 포설	₩ 1,215,343	M2	3685.5	m3	CR2	4	8	₩ 88,452,000	₩ 4,861,372	₩ 93,313,372
보조기층 다짐	₩ 890,167	M2	24570	m2	CR3	41	8	₩ -	₩ 36,496,847	₩ 36,496,847
포장	₩ 1,536,002	M1	24299.73	TON	CR4	49	8	₩ 1,871,079,210	₩ 75,264,098.00	₩ 1,946,343,308

경우 6 : 5,968,000,245 ₩

작업명	일일작업비용(원)	자재	총 작업량	작업량단위	작업조	총 작업일수(일)	일일작업시간 (hr/day)	총 자재비용(원)	총 인건비 및 장비비(원)	총 가격(원)
토공	₩ 7,290,336	토공	68,848	m3	CR1	83	14	₩ -	₩ 605,097,857	₩ 605,097,857
잉여 및 부족 토공	₩ 7,290,336	토공	249,684	m3	CR1	299	14	₩ -	₩ 3,269,715,528	₩ 3,269,715,528
보조기층 포설	₩ 2,184,477	M2	3685.5	m3	CR2	3	14	₩ 88,452,000	₩ 6,553,431	₩ 95,005,431
보조기층 다짐	₩ 1,615,419	M2	24570	m2	CR3	25	14	₩ -	₩ 40,385,472	₩ 40,385,472
포장	₩ 2,890,558	M1	24299.73	TON	CR4	30	14	₩ 1,871,079,210	₩ 86,716,747.50	₩ 1,957,795,958

경우 7 : 5,125,777,406 ₩

작업명	일일작업비용(원)	자재	총 작업량	작업량단위	작업조	총 작업일수(일)	일일작업시간 (hr/day)	총 자재비용(원)	총 인건비 및 장비비(원)	총 가격(원)
토공	₩ 9,623,756	토공	68,848	m3	CR5	50	8	₩ -	₩ 481,187,800	₩ 481,187,800
잉여 및 부족 토공	₩ 9,623,756	토공	249,684	m3	CR5	179	8	₩ -	₩ 2,583,978,486	₩ 2,583,978,486
보조기층 포설	₩ 2,514,094	M2	3685.5	m3	CR6	2	8	₩ 88,452,000	₩ 5,028,188	₩ 93,480,188
보조기층 다짐	₩ 1,822,038	M2	24570	m2	CR7	19	8	₩ -	₩ 34,618,722	₩ 34,618,722
포장	₩ 2,457,320	M1	24299.73	TON	CR8	25	8	₩ 1,871,079,210	₩ 61,433,000.00	₩ 1,932,512,210

경우 8 : 5,335,182,669 ₩

작업명	일일작업비용(원)	자재	총 작업량	작업량단위	작업조	총 작업일수(일)	일일작업시간 (hr/day)	총 자재비용(원)	총 인건비 및 장비비(원)	총 가격(원)
토공	₩ 17,134,636	토공	68,848	m3	CR5	30	14	₩ -	₩ 514,039,065	₩ 514,039,065
잉여 및 부족 토공	₩ 17,134,636	토공	249,684	m3	CR5	107	14	₩ -	₩ 2,750,108,998	₩ 2,750,108,998
보조기층 포설	₩ 4,546,196	M2	3685.5	m3	CR6	1	14	₩ 88,452,000	₩ 4,546,196	₩ 92,998,196
보조기층 다짐	₩ 3,319,459	M2	24570	m2	CR7	12	14	₩ -	₩ 39,833,505	₩ 39,833,505
포장	₩ 4,474,913	M1	24299.73	TON	CR8	15	14	₩ 1,871,079,210	₩ 67,123,695.00	₩ 1,938,202,905

4장 비교 분석

4.1 도로 설계와 물량 산출에서의 고려 사항에 따른 평가 과정

1. 경제적 효율성

a. 교량 시공 시 경제적 효율성

교량 길이에 따른 가격을 비교했을 때, 교량 길이가 같으므로 교량 시공 시 경제적 효율성은 동일하다.
이때 종단선형의 기울기가 매우 작으므로 교각의 길이 차이로 인한 교량 시공 비용 차이는 무의미하다고 가정한다.

b. 재료 운반 시 경제적 효율성과 성토량에 따른 경제적 효율성

도로A (재료 운반 시)		도로B (성토량)	
경우1	굴삭기 production rate가 덤프 production rate를 따라가는 경우	경우5	굴삭기 production rate가 덤프 production rate를 따라가는 경우
경우2	경우1에 초과 근무 적용	경우6	경우1에 초과 근무 적용
경우3	덤프의 production rate가 굴삭기 production rate를 따라가는 경우 / 특별 인부 및 포장공 사용	경우7	덤프의 production rate가 굴삭기 production rate를 따라가는 경우 / 특별 인부 및 포장공 사용 / 운반거리가 도로 A에 비해 길기에 전체적인 건설 장비의 사용 개수를 늘림
경우4	경우3에 초과 근무 적용	경우8	경우3에 초과 근무 적용

A-경우 3이 경제적 효율성 측면에서는 가장 적합하다고 분석

4.1 도로 설계와 물량 산출에서의 고려 사항에 따른 평가 과정

2. 안전성

a. 평상시 배수
산지부도로의 경우 우수에 취약하기에 평시 배수를 위한 시공과정에서 여러 사항이 추가적으로 고려되지만 교량배수시설의 경우 교량 구조물의 수명을 연장시키기 위해 기본적으로 설계되어 있다. 그렇기에 평시 배수를 고려했을 때 교량 시공은 효율적이며 교량 A, B의 길이가 같으므로 평상시 배수에 의한 영향은 같다.

b. 기후적 재난 요소 대비
산지의 경우, 비가 내릴 시 토질의 균형이 무너져 교량 붕괴의 위험성이 있다. 이는 구간 내 토질의 성분이 같다고 가정하고 길이에만 영향을 받는다고 생각했을 때, 기후적 재난 요소에 의한 영향은 같다.

3. 지속발전성

a. 생물 다양성 보존
산지 지형에 교량 시공 시 생태계 파괴를 최소화하여 생물 다양성 보존에 도움이 된다. 이때 교량 B의 경우 교량 A에 비해 절토가 많이 필요한 산지 지형에 가깝게 교량이 시공되므로 교량이 시공되었을 때 더욱 큰 정도의 생물 다양성 보존 효과를 누릴 수 있다.

4.1 도로 설계와 물량 산출에서의 고려 사항에 따른 평가 과정

4. 유동성

a. 교량 연장 가능성
교량의 특성과 도로설계구간이 산지지형임을 고려해봤을 때, 교량 자체의 연장은 도로에 비해 어려움이 있다. 따라서 교량 A, B 모두 직선 형태이며 길이가 동일하므로 교량의 연장 가능성은 같다.

b. 추가 도로 설계 가능성
도로 대신 교량을 설치했을 시에 교량 밑 공간이 자유로워진다. 이를 이용해 추후 다른 도로 설계 시, 도로보다 쉽게 수직도로를 지을 수 있다. 교량의 길이가 동일하다는 점을 고려해서 이용가능한 지역 또한 동일하다고 본다. 따라서 추가 도로 설계 가능성은 같다.

4.1 도로 설계와 물량 산출에서의 고려 사항에 따른 평가 과정

5. 시간적 효율성

총 작업일수
= '토공 ' 과 '잉여 및 부족 토공' 과정 총 작업 일수 중 최대값 + 보조기층 포설 총 작업일수 + 보조기층 다짐 총 작업일수 + 포장 총 작업일수

도로A (재료 운반 시)		도로B (성토량)	
경우1	547일	경우5	594일
경우2	336일	경우6	357일
경우3	421일	경우7	225일
경우4	252일	경우8	135일

도로B-경우 8의 시간적 효율성이 가장 적합하다.

4.2 우선순위 및 가중치 설정

가중치를 설정할 때, 도로 설계과 물량산출에서 공통적으로 고려되는 부분은 경제적 효율성이다. 도로 설계과 물량산출의 중요도를 같게 하기 위해서 공통되지 않는 부분 (도로 설계 – 안전성, 지속 가능성, 유동성 / 물량 산출 – 시간적 효율성)에서는 각각 가중치의 총합을 100점으로 부여한다.

1. 경제적 효율성 (100)
2. 시간적 효율성 (100)
3. 안전성 (50)
4. 지속발전성 (30)
5. 유동성 (20)

4.3 수치적 평가 및 결론

순위	경제적 효율성 (100)	시간적 효율성 (100)	안전성 (50)	지속가능성 (30)	유동성 (20)	총점 (1500)
도로 A-경우 1 (8)	2	1	4	3	3	650
도로 A-경우 2 (7)	2	3	4	3	3	790
도로 A-경우 3 (4)	5	2	4	3	3	1050
도로 A-경우 4 (2)	4	4	4	3	3	1150
도로 B-경우 5 (5)	2	1	4	4	3	880
도로 B-경우 6 (5)	2	3	4	4	3	880
도로 B-경우 7 (3)	3	4	4	4	3	1080
도로 B-경우 8 (1)	3	5	4	4	3	1180

각 경우 우측의 괄호 속 숫자는 총점이 높은 순서부터 내림차순으로 정리한 순위이다.

위를 비교했을 때, 교량 B - 경우 8의 조합이 총점이 가장 높으므로 이를 가장 효율적인 방법으로 선정한다.