

5. 건설기계

► PART 2

1. 시간당 작업량 - Shovel/계 굴착기

2



파워 셔블



백호



드래그라인



크램 쉘



로더

1. 시간당 작업량 - Shovel계 굴착기

3

1.4 Shovel계 굴착기 시간당 작업능력

① 시간당 작업량

$$Q = \frac{3600 \times q \times K \times f \times E}{C_m}$$

Q : 운전 1시간당 작업량(m^3/hr)

q : 디퍼 또는 버킷의 공칭용량(m^3)

K : 디퍼 또는 버킷계수

f : 토량환산계수

E : 작업효율

C_m : 1회 사이클 타임 (sec)

1. 시간당 작업량 - Shovel계 굴착기

4

②-1 디퍼 또는 버킷계수(K)

현장조건	파워셔블	백호, 크램셸, 드래그라인
용이하게 굴착할 수 있는 연한 토질로서 버킷에 산적으로 가득찰 때가 많은 조건이 좋은 모래, 보통토인 경우	1.20	1.10
위의 토질보다 약간 단단한 토질로서 버킷에 거의 가득찰수 있는 모래, 보통토 및 조건이 좋은 점토인 경우	0.95	0.90
버킷에 가득 채우기가 어렵거나 가벼운 발파를 필요로 하는 것으로서 단단한 점질토, 점토, 자갈질토인 경우	0.75	0.70
버킷에 넣기 어렵고 불규칙한 공극이 생기는 것으로서 발파 또는 리퍼작업 등에 의하여 얻어진 암괴, 파쇄암, 호박돌, 자갈 등인 경우	0.60	0.55

1. 시간당 작업량 - Shovel계 굴착기

② -2 로더 버킷계수(K)

현장 조건	계수
굴착기계로 깎거나 쌓아모은 산적상태에서 적재하는 것으로 굴착력을 필요로 하지 않고 쉽게 버킷에 산적할 수 있는 것, 즉 조건이 좋은 모래, 보통토 등	1.2
흐트러진 산적상태에서 적재하는 것으로 위 상태보다 약간 삽날이 들어가기 어려운 토질로서 버킷에 가득 채울 수 있는 것, 즉 점토, 역질토	1.0
모래, 사력보통토, 점토, 역질토 등 직접 자연상태에서 굴착적재 할 수 있는 여건으로 버킷에 평적에 약간 미달되게 채울 수 있는 것	0.9
버킷에 가득 채울 수 없는 것으로 다른 기계로 쌓아 모아놓은 부순돌 및 점질토나 역질토로서 굳어진 덩어리 상태로 되어 있는 것	0.7
버킷에 넣기 어렵고 허술하며 불규칙한 공극이 생긴 것, 예를 들면 발파 또는 리퍼로 깎은 암괴, 호박돌, 역 등	0.55

- K값의 적용은 토질분류에 의한 판단보다는 실제 적재 가능한 양의 판단에 따라 적용
- 표는 타이어식 로더 기준
- 발파암 및 암괴 등을 적재할 경우는 무한궤도식 로더로 계상
- 함수 조건에 따라 차이가 있는 저지대 작업 등 특별한 경우는 현실에 맞게 조정 가능

1. 시간당 작업량 - Shovel계 굴착기

③-1 작업효율 E : 파워셔블

토질별	현 장 조 건		
	양호	보통	불량
모래	0.85	0.70	0.60
사질토, 보통토	0.60	0.50	0.40
자갈질토, 호박돌	0.50	0.40	0.30
점질토, 점토	0.40	0.30	0.20
파쇄암	0.40	0.30	0.20

- 양호 : 작업현장이 넓고 굴착 높이가 2~5m로서 지형, 배수, 운반기계의 적재높이, 운반기계의 조합이 좋은 상태
- 보통 : 위의 조건보다 못하나 작업진행에 지장이 없는 상태
- 불량 : 작업현장이 넓지 않고 굴착높이가 너무 낮거나 높으며 지형, 배수, 운반기계의 조합 등이 불량하여 작업에 영향을 주는 상태

1. 시간당 작업량 - Shovel계 굴착기

7

③ -2 작업효율 E : 백호

토질별	현 장 조 건		
	양호	보통	불량
모래, 사질토, 보통토 자갈질토, 호박돌 점질토, 점토, 파쇄암	0.75	0.60	0.45

- **양호** : 굴착깊이 1~4m정도에서 토질이 단단하지 않으며 장애물 없이 작업이 순조롭게 진행될 때
- **보통** : 양호한 현장조건과 불량한 현장조건의 중간으로 판단되는 상태
- **불량** : 굴착깊이가 너무 깊거나 얇고, 토질이 단단하며, 장애물 등이 있어서 작업에 곤란을 느끼는 상태

1. 시간당 작업량 - Shovel계 굴착기

8

③ -3 작업효율 E : 드래그라인, 크래ichel

토질별	현 장 조 건		
	양호	보통	불량
사질토, 보통토	0.75	0.60	0.45
자갈질토, 호박돌	0.60	0.50	0.40
점질토, 점토, 파쇄암	0.30	0.25	0.20

- **양호** : 작업현장이 넓고, 토질이 단단하지 않으며 굴착깊이 0~3m 정도에서 작업이 순조롭게 진행될 때
- **보통** : 양호한 현장조건과 불량한 현장조건의 중간으로 판단되는 상태
- **불량** : 작업현장이 협소하고 수중굴착으로 굴착깊이가 깊으며, 토질이 단단하여 작업에 곤란을 느끼는 상태
- 파쇄암은 크래ichel 작업인 경우만 해당

1. 시간당 작업량 - Shovel계 굴착기

③ -4 작업효율 E : 로더

토질명	현장조건	자연상태			흐트러진 상태		
		양호	보통	불량	양호	보통	불량
모래, 사질토		0.70	0.55	0.40	0.75	0.60	0.45
자갈섞인 흙, 점성토		0.60	0.45	0.30	0.65	0.50	0.35
파쇄암						0.35	0.25

- **양호** : 자연지반이 무르고 **적입형식**이 덤프트럭 이동형으로서 **작업방해**가 없고 **절토높이**가 최적(1~3m) 등의 조건인 경우
- **보통** : 적입형식은 덤프트럭 이동형이지만 작업방해 등이 있는 경우, 또는 적입형식은 덤프트럭 정치형이지만 작업방해가 없는 경우 등 제조조건이 중간으로 판단되는 경우
- **불량** : 자연지반이 단단하여 굴삭이 곤란하고 적입형식은 덤프트럭 정치형으로서 작업방해가 많고 절토높이가 최적이지 아닌 경우
- 흐트러진 상태의 토사적재의 경우는 상기의 조건 중 단단한 조건을 뺀 기타의 조건을 감안하여 적용

1. 시간당 작업량 - Shovel계 굴착기

④-1 사이클타임 Cm : 파워셔블

선회각도	90°								
굴착정도 \ 용량(m³)	0.38	0.57	0.76	0.95	1.15	1.53	1.91	2.29	3.06
용이한 굴착	15	18	18	18	18	18	20	22	24
보통의 굴착	18	20	20	20	20	20	22	24	26
곤란한 굴착	24	26	26	26	26	26	28	30	32

④ -2 사이클타임 Cm : 백호

선회각도 \ 용량(m³)	45°	90°	135°	180°
0.12 / 0.2 / 0.4	14	16	19	21
0.7	17	19	21	23
1.0	19	21	23	25
2.0	24	27	29	32

1. 시간당 작업량 - Shovel계 굴착기

11

④ -3 사이클타임 C_m : 드래그라인, 크래ichel

선회각도	110°								
용량(m³) 굴착정도	0.38	0.57	0.76	0.95	1.15	1.53	1.91	2.29	3.06
용이한 굴착	20	22	24	24	24	28	28	30	32
보통의 굴착	24	26	28	28	28	33	34	35	38
곤란한 굴착	30	32	35	35	35	41	41	42	45

④ -4 트랙터 셔블(Loader)의 사이클 타임(C_m)

$$C_m = ml + t_1 + t_2$$

m : 1m 이동에 요하는 시간(sec), 무한궤도형=2.0sec, 차륜형=1.8sec

l : 편도 주행거리 (표준 8m)

t_1 : 버킷에 토량을 담는데 소요되는 시간(sec)

t_2 : 기어변환 등 기본시간과 다음 운반기계가 도착될 때까지의 시간(14sec)

1. 시간당 작업량 - Shovel계 굴착기

12

- 트랙터셔블의 버킷에 담는데 요하는 시간(t_1)

기종별	무한궤도식		타이어식	
작업방법 현장조건	산적상태에서 담을 때	지면부터 굴착 집토하여 담을 때	산적상태에서 담을 때	지면부터 굴착 집토하여 담을 때
용이한 경우	5	22	6	24
보통인 경우	8	32	10	35
약간 곤란한 경우	10	40	15	45
곤란한 경우	12	-	20	-

1. 시간당 작업량 - Shovel계 굴착기

13

⑤ 선회각도에 따른 Cm 보정계수 β

구분 \ 선회각도	45	60	75	90	120	150	180
파워셔블	0.80	0.86	0.93	1.00	1.14	1.27	1.41
드래그라인 및 크래셀	0.78	0.85	0.90	0.95	1.03	1.12	1.17

⑥ 토량 환산 계수

조건	토량환산계수
원지반토량으로 산정	$f = 1 / L$
운반토량으로 산정	$f = 1$
다짐토량으로 산정	$f = C / L$

예제 9

14

다음의 조건에 있어서 1.15m³ 파워 셔블의 2일간 작업량은 원지반토량으로 얼마인가?

[조건]

- 현장조건: 약간 단단한 토질, 버킷에 거의 가득찰 수 있는 보통토
- 작업조건: 작업진행에 지장이 없는 상태로 용이한 굴착이 가능
- 1일의 운전시간 : 6시간 - 토량변화율 $L=1.35$ - 선회각도 = 60도

시간당 작업량 Q

$$Q = \frac{3600 \times q \times K \times f \times E}{C_m}$$

1) 버킷 계수 K = 0.95

현장조건	파워셔블	백호, 크래셀, 드래그라인
용이하게 굴착할 수 있는 연한 토질로서 버킷에 산적으로 가득찰때가 많은 조건이 좋은 모래, 보통토인 경우	1.20	1.10
위의 토질보다 약간 단단한 토질로서 버킷에 거의 가득찰 수 있는 모래, 보통토 및 조건이 좋은 점토인 경우	0.95	0.90
버킷에 가득 채우기가 어렵거나 가벼운 발파를 필요로 하는 것으로서 단단한 점질토, 점토, 자갈질토인 경우	0.75	0.70
버킷에 넣기 어렵고 불규칙한 공극이 생기는 것으로서 발파 또는 립퍼작업 등에 의하여 얻어진 암괴, 파쇄암, 호박돌, 자갈 등인 경우	0.60	0.55

2) 작업효율 E = 0.50

15

토질별	현 장 조 건		
	양호	보통	불량
모래	0.85	0.70	0.60
사질토, 보통토	0.60	0.50	0.40
자갈질토, 호박돌	0.50	0.40	0.30
점질토, 점토	0.40	0.30	0.20
파쇄암	0.40	0.30	0.20

양호 : 작업현장이 넓고 굴착 깊이가 2~5m로서 지형, 배수, 운반기계의 적재높이, 운반기계의 조합이 좋은 상태

보통 : 위의 조건보다 못하나 작업진행에 지장이 없는 상태

불량 : 작업현장이 넓지 않고 굴착깊이가 너무 낮거나 높으며 지형, 배수, 운반기계의 조합 등이 불량하여 작업에 영향을 주는 상태

3) 사이클타임 $C_m = 18 \times \beta = 18 \times 0.86 = 15.48 \text{ sec}$

선회각도	90°								
굴착정도 \ 용량(m³)	0.38	0.57	0.76	0.95	1.15	1.53	1.91	2.29	3.06
용이한 굴착	15	18	18	18	18	18	20	22	24
보통의 굴착	18	20	20	20	20	20	22	24	26
곤란한 굴착	24	26	26	26	26	26	28	30	32

- 선회각도에 따른 보정계수 $\beta = 0.86$

구분 \ 선회각도	45	60	75	90	120	150	180
파워셔블	0.80	0.86	0.93	1.00	1.14	1.27	1.41
드래그라인 및 크래셀	0.78	0.85	0.90	0.95	1.03	1.12	1.17

4) 토량환산계수 $f = 1/L = 1/1.35 = 0.74$

16

- 운반토량 기준이므로 운반토량 → 원지반토량으로 환산

6) 시간당 작업량 Q

$$Q = \frac{3600 \times q \times K \times f \times E}{C_m}$$

$$= \frac{3600 \times 1.15 \times 0.95 \times 0.74 \times 0.5}{15.48} = 94.01 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

7) 2일간 작업량 산정

2일간 작업량 = 시간당 작업량(Q) x 1일 운전시간 x 작업대수 x 2일

$$= 94.01 \times 6 \text{시간} \times 1 \text{대} \times 2 \text{일} = 1128.12 \text{ m}^3$$

예제 10

17

버킷 용량 $q=1.2\text{m}^3$, 토량변화율 $L=1.25$, 주행거리 $l=8.0\text{m}$, 기어변속시간 $t_2=14(\text{sec})$ 인 트랙터셔블의 1시간당 작업량 Q 는 얼마인가?

<현장조건>

- 직접 자연상태에서 굴착, 적재할 수 있는 점토로 작업조건이 보통인 경우
- 적입형식은 덤프트럭 이동형이나 작업방해를 받음
- 무한궤도형으로 지면으로부터 굴착집토 작업 실시

시간당 작업량 Q

$$Q = \frac{3600 \times q \times K \times f \times E}{C_m}$$

1) 버킷 계수 $K = 0.9$

현장 조건	계수
굴착기계로 깎거나 쌓아모은 산적상태에서 적재하는 것으로 굴착력을 필요로 하지 않고 쉽게 버킷에 산적할 수 있는 것, 즉 조건이 좋은 모래, 보통토 등	1.2
흐트러진 산적상태에서 적재하는 것으로 위 상태보다 약간 삽날이 들어가기 어려운 토질로서 버킷에 가득 채울 수 있는 것, 즉 점토, 역질토	1.0
모래, 사력보통토, 점토, 역질토 등 직접 자연상태에서 굴착적재 할 수 있는 여건으로 버킷에 평적에 약간 미달되게 채울 수 있는 것	0.9
버킷에 가득 채울 수 없는 것으로 다른 기계로 쌓아 모아놓은 부순돌 및 점질토나 역질토로서 굳어진 덩어리 상태로 되어 있는 것	0.7
버킷에 넣기 어렵고 허술하며 불규칙한 공극이 생긴 것, 예를 들면 발파 또는 리퍼로 깎은 암괴, 호박돌, 역 등	0.55

2) 작업효율 $E = 0.45$

18

토질명 \ 현장조건	자연상태			흐트러진 상태		
	양호	보통	불량	양호	보통	불량
모래, 사질토	0.70	0.55	0.40	0.75	0.60	0.45
자갈섞인 흙, 점성토	0.60	0.45	0.30	0.65	0.50	0.35
파쇄암					0.35	0.25

- 양호 : 자연지반이 무르고 적입형식이 덤프트럭 이동형으로서 작업방해가 없고 절토높이가 최적(1~3m) 등의 조건인 경우
 - 보통 : 적입형식은 덤프트럭 이동형이지만 작업방해 등이 있는 경우, 또는 적입형식은 덤프트럭 정지형이지만 작업방해가 없는 경우 등 제조건이 중간으로 판단되는 경우

- 불량 : 자연지반이 단단하여 굴삭이 곤란하고 적입형식은 덤프트럭 정지형으로서 작업방해가 많고 절토높이가 최적인 경우

3) 사이클타임 $C_m = ml + t_1 + t_2 = (2 \times 8.0) + 32 + 14 = 62 \text{ sec}$

트랙터 셔블의 사이클 타임(C_m)

m : 무한궤도형 = 2.0 sec, $l=8.0\text{m}$, $t_1=32\text{sec}$, $t_2=14\text{sec}$

- 트랙터셔블의 버킷에 담는데 요하는 시간(t_1)

기종별	무한궤도식		타이어식	
작업방법 \ 현장조건	산적상태에서 담을 때	지면부터 굴착 집토하여 담을 때	산적상태에서 담을 때	지면부터 굴착 집토하여 담을 때
용이한 경우	5	22	6	24
보통인 경우	8	32	10	35
약간 곤란한 경우	10	40	15	45
곤란한 경우	12	-	20	-

4) 토랑환산계수 $f = 1/L = 1/1.25 = 0.80$

- 윤반토랑 기준이므로 윤반토랑 → 원지반토랑으로 환산

6) 시간당 작업량 Q

$$Q = \frac{3600 \times q \times K \times f \times E}{C_m}$$

$$= \frac{3600 \times 1.2 \times 0.9 \times 0.80 \times 0.45}{62} = 22.58 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

예제 11

다음과 같은 조건일 경우 0.7m^3 백호 2대를 사용하여 원지반 $20,000\text{m}^3$ 를 굴착하기 위한 공기를 계산하시오.

[조건]

- 버킷 계수 $K=0.9$
- 선회 각도 = 90°
- 1일 운전시간 = 7시간
- 작업효율 $E=0.6$
- 토랑변화율 $L=1.2$

1) 시간당 작업량 Q

$$Q = \frac{3600 \times q \times K \times f \times E}{C_m} = \frac{3600 \times 0.7 \times 0.9 \times 0.83 \times 0.6}{19} = 59.45 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

❖ 토랑환산계수 $f = 1/L = 1/1.2 = 0.83$

- 윤반토랑 기준이므로 윤반토랑
→ 원지반토랑으로 환산

❖ 사이클타임 = 19(sec)

선회각도	45°	90°	135°	180°
용량(m^3)				
0.12 / 0.2 / 0.4	14	16	19	21
0.7	17	19	21	23
1.0	19	21	23	25
2.0	24	27	29	32

2) 백호 2대의 1일 작업량

$$\begin{aligned} \text{1일 작업량} &= \text{시간당 작업량(Q)} \times \text{1일 운전시간} \times \text{작업대수} \\ &= 59.45 \times 7\text{시간} \times 2\text{대} = 832.3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3) 소요공기

$$\text{공기} = \frac{\text{굴착량}}{\text{1일 작업량}} = \frac{20,000}{832.3} = 24.03 = 25\text{일}$$

운반기계(덤프트럭)의 시간당 작업량 산정

1. 시간당 작업량 - 덤프트럭

1.5 덤프트럭

- 덤프트럭의 용량은 적재기계의 용량과 합동작업의 조합에 따름.

$$Q = \frac{60 \times q_t \times f \times E}{C_m}$$

$$q_t = \frac{T}{\gamma_t} \times L$$

중량(ton) → 용적(m³)

Q : 1시간당 운반토량(m³/hr)

q_t : 흐트러진 상태의 1회 적재토량(m³)

T : 덤프트럭 적재량(ton)

γ_t : 자연상태 흙의 단위중량(습윤밀도)(ton/m³)

f : 토량환산계수

E : 작업효율 (= 약 0.9)

C_m : 1회 사이클 타임 (min)

1. 시간당 작업량 - 덤프트럭

➤ 사이클타임

$$C_m = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$$

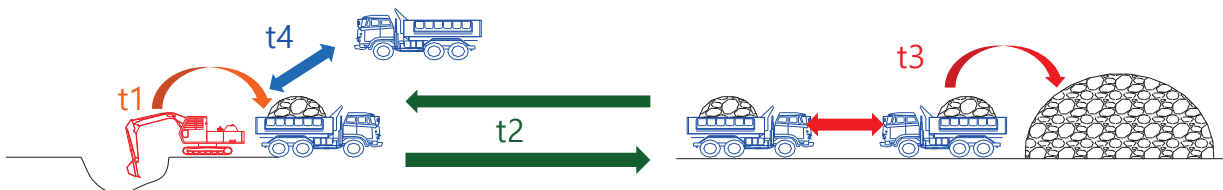
t_1 : 적재시간(min)

t_2 : 왕복시간(min)

t_3 : 적하시간(min) ← 차를 기다리는 시간 포함

t_4 : 적재장소에 도착한 때로부터 적재작업이 시작될 때까지의 시간(min)

t_5 : 적재함 덮개설치 및 해체시간 = 3.77min



1. 시간당 작업량 - 덤프트럭

25

①-1 적재시간 ; 적재기계를 사용할 경우의 적재시간

$$t_1 = \frac{C_{ms} \times n}{60 \times E_s}$$

C_{ms} : 적재기계의 1회 사이클타임(sec)

E_s : 적재기계의 작업효율

n : 덤프트럭1대분의 적재에 소요되는
적재기계 사이클 수(정지상태)

$$n = \frac{q_t}{q_s \times K}$$

q_s : 적재기계의 덤퍼 또는 버킷용량(m^3)

K : 적재기계의 버킷 계수

q_t : 덤프트럭 1대의 적재토량(m^3)

①-2 적재시간 ; 인력에 의한 적재시간

구분 종류	적재시간(분)	조건
토사류	10	적재인부 5인 기준 평지인 경우
석재류	12	

1. 시간당 작업량 - 덤프트럭

26

② 왕복시간 : 운반거리와 운행속도에 따라,

$$t_2 = \frac{\text{운반거리}}{\text{적재시 평균주행속도}} + \frac{\text{운반거리}}{\text{공차시 평균주행속도}}$$

$$= \left(\frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} \right) \times 60$$

D : 운반거리(m)

V_1 : 적재시 평균속도(km/hr)

V_2 : 공차시 평균속도(km/hr)

❖ 덤프트럭 평균속도

도로상태	평균속도	
	적재	공차
토취장 또는 토사장 등 열악한 조건의 도로	7	8
교차가 힘든 산간지도로 및 제방 등의 도로	10	15
교차가 가능한 산간지도로 및 제방도로, 미포장도로	15	20
2차로 이상의 공사용도로	30	35
2차로 교통량 및 교통대기가 많은 시가지 포장도로(7,000대/일 이상)	20	25
4차로 이상의 교통량 및 교통대기가 많은 시가지 포장도로(40,000대/일 이상)		
2차로 시가지 포장도로(7,000~2,000대/일)	25	30
4차로 이상의 시가지 포장도로(40,000대/일 미만)	30	35
2차로 교외 포장도로(2,000대/일 이상)		
4차로 이상의 교외 포장도로(40,000대/일 이상)		
2차로 교외 포장도로(2,000대/일 미만)	35	35
4차로 이상의 교외 포장도로(40,000대/일 미만)		
2차로 고속도로 또는 교통량(편도) 40,000대/일 이상의 4차로 고속도로	50	55
4차로 고속도로(편도 교통량 40,000대/일 미만)	60	60

1. 시간당 작업량 - 덤프트럭

③ 적하시간 : 적재한 토량을 내리는데 소요되는 시간(t_3)

토 질	작업조건(분)		
	양호	보통	불량
모래, 역, 호박돌	0.5	0.8	1.1
점질토, 점토	0.6	1.05	1.5

- 양호 : 사토장이 넓고 정지된 상태에서 일시에 적하하는 경우
- 보통 : 사토장이 넓으나 움직이는 상태에서 적하하는 경우
- 불량 : 사토장이 넓지 않고 천천히 움직이는 상태에서 적하하는 경우

④ 적재장소에 도착한 때로부터 적재작업이 시작될 때까지의 시간(t_4)

적재조건	적재 대기시간(분)
적재장소가 넓어서 트럭이 자유로이 목적장소에 진입	0.15
적재장소가 넓지는 않으나 목적장소에 불편없이 진입	0.42
적재장소가 좁아서 목적장소에 진입 불편	0.70

1. 시간당 작업량 - 덤프트럭

❖ 덤프트럭의 소요대수

$$N = \frac{Q_s}{Q_t} + 1$$

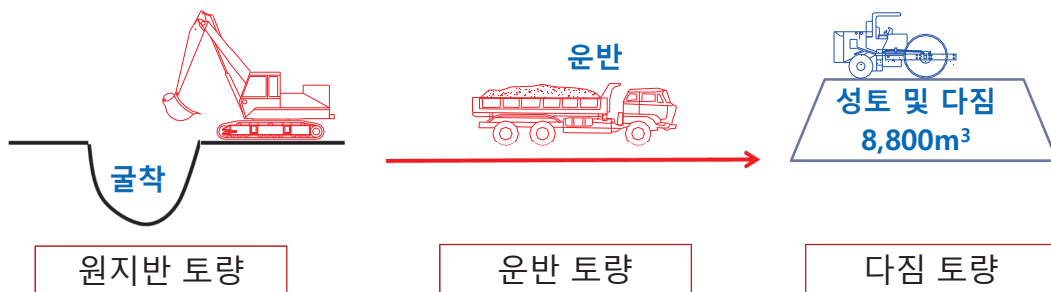
Q_s : 적재기계의 작업능력(m^3/hr)
 Q_t : 덤프트럭의 표준작업능력(m^3/hr)

❖ 적재기계와 운반기계의 조합 단위시간당 작업량

$$Q = \frac{Q_s \times Q_t}{Q_s + Q_t}$$

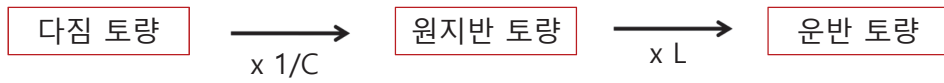
예제 12

원지반을 굴착하여 성토를 $8,800m^3$ 하고자 한다. 덤프트럭 용량 $5m^3$ 을 사용하는 경우 소요되는 덤프트럭은 몇대인가?
 (단, 토량 변화율은 $L=1.25$, $C=0.88$ 이다.)



- 문제에서 주어진 토량은 다짐토량으로 덤프트럭 소요대수 산정을 위해 운반토량으로 변환

1) 다짐토량을 운반토량으로 환산



$$\text{운반토량} = \text{다짐토량} \times \frac{L}{C} = 8,800 \times \frac{1.25}{0.88} = 12,500 \text{m}^3$$

2) 덤프트럭 소요대수

$$\begin{aligned} \text{덤프트럭 소요대수} &= \frac{\text{운반토량}}{\text{트럭 용량}} = \frac{8,800}{5} \\ &= 2,500 \text{ 대} \end{aligned}$$

예제 13

버킷 용량이 2m³인 백호를 사용하여 15ton 덤프트럭에 흙을 적재하여 운반하고자 할 때 다음을 구하시오. (단, 흙의 단위중량 γ_t : 1.5t/m³, 토량 변화율 L=1.4, 버킷 계수 K= 0.7, 백호 사이클타임 C_m = 30sec, 백호 작업 효율 E= 0.8이다.)

- (1) 백호의 적재 횟수는 ?
- (2) 덤프트럭에 적재시간은 ?

1) 백호 적재 횟수

- 덤프트럭 적재량

$$q_t = \frac{T}{\gamma_t} \times L = \frac{15}{1.5} \times 1.4 = 14 \text{m}^3$$

- 적재기계 적재횟수

$$n = \frac{q_t}{q_s \times k} = \frac{14}{2.0 \times 0.7} = 10 \text{회}$$

2) 적재 소요시간

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{C_{ms} \times n}{60 \times E_s} \\ &= \frac{30 \times 10}{60 \times 0.8} = 6.25 \text{분} \end{aligned}$$

예제 14

33

불도저로 **굴착한** 단위중량 1.8t/m^3 인 사질토 $10,000\text{m}^3$ 이 있다.

백호를 이용하여 적재하여 10km 떨어져 있는 사토장에 10t 덤프를 이용하여 사토시키고자 한다. **백호의 총 작업시간**과 **백호가 쉬지 않고 작업하기 위한 덤프 트럭 대수**를 구하시오.

적재장소는 넓지는 않으나 트럭이 불편없이 진입할수 있으며, 사토장은 넓고 작업은 정지된 상태에서 일시에 적하한다.

[조건]

1) 백호의 조건 - 버킷 용량 $q_s : 1.5\text{m}^3$, 버킷 계수 : 1.1 ,

작업효율 $E_s : 0.75$, 사이클 타임 $C_{ms} : 48\text{sec}$

2) 덤프의 조건 - 토량 변화율 : 1.0 , 작업 효율 $E_t : 0.9$, 적재 시간 : 3.65분 ,

적재시 속도 : 40km/hr , 공차시 속도 : 70km/hr

적재시간과 왕복주행 이외의 기타 소요시간 : 5분

34

1) 백호 총 작업시간

- 백호의 시간당 작업량 Q_s

$$Q_s = \frac{3600 \times q_s \times K \times f \times E_s}{C_{ms}}$$

굴착한 토량 = 운반토량

$$= \frac{3600 \times 1.5 \times 1.1 \times 1.0 \times 0.75}{48} = 92.8\text{m}^3/\text{hr}$$

- 총 작업시간

$$\text{총 작업시간} = \frac{\text{작업 토량}}{\text{시간당 작업량}} = \frac{10,000}{92.8} = 107.8 \text{ hr}$$

2) 덤프트럭 소요대수

$$Q_t = \frac{60 \times q_t \times f \times E_t}{C_{mt}}$$

- 덤프트럭 시간당 작업량 Q_t - 덤프트럭 적재량 q_t

$$q_t = \frac{T}{\gamma_t} \times L = \frac{10}{1.8} \times 1.0 = 5.56 \text{ m}^3$$

- 토랑환산계수 $f = 1.0$: 불도저로 굴착한 토랑- 작업효율 $E_t = 0.9$

$$C_{mt} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$$

 t_1 : 덤프트럭의 적재시간(min) t_2 : 덤프트럭의 운반 및 돌아오는 주행시간(min) t_3 : 사토에 소요되는 시간(min)으로 차를 기다리는 시간 포함 t_4 : 적재장소에 도착하여 적재작업이 시작될 때까지의 시간(min) t_5 : 적재함 덮개설치 및 해체시간 = 3.77분

$$C_{mt} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

a) 적재시간 t_1

$$t_1 = \frac{C_{ms} \times n}{60 \times E_s} = \frac{48 \times 4}{60 \times 0.75} = 4.3 \text{ 분}$$

• 적재횟수 n

$$n = \frac{q_t}{q_s \times k} = \frac{5.56}{1.5 \times 1.1} = 3.4 = 4 \text{ 회}$$

b) 왕복주행시간 t_2

$$t_2 = \frac{\text{운반거리}}{\text{적재시 평균주행속도}} + \frac{\text{운반거리}}{\text{공차시 평균주행속도}}$$

$$= \left(\frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} \right) \times 60 = \left(\frac{10}{40} + \frac{10}{70} \right) \times 60 = 23.6 \text{ 분}$$

- 적하시간 : 적재한 토량을 내리는데 소요되는 시간 $t_3 = 0.5$ 분

토 질	작업조건(분)		
	양호	보통	불량
모래, 역, 호박돌 점질토, 점토	0.5	0.8	1.1
	0.6	1.05	1.5

- 양호 : 사토장이 넓고 정지된 상태에서 일시에 적하하는 경우
- 보통 : 사토장이 넓으나 움직이는 상태에서 적하하는 경우
- 불량 : 사토장이 넓지 않고 천천히 움직이는 상태에서 적하하는 경우

- 적재장소에 도착하여 적재작업이 시작될 때까지의 시간 $t_4 = 0.42$ 분

적재조건	적재 대기시간(분)
적재장소가 넓어서 트럭이 자유로이 목적장소에 진입	0.15
적재장소가 넓지는 않으나 목적장소에 불편없이 진입	0.42
적재장소가 좁아서 목적장소에 진입 불편	0.70

$$C_{mt} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 4.3 + 23.6 + 0.5 + 0.42 + 3.77 = 32.59 \text{ 분}$$

- 덤프트럭 시간당 작업량 Q_t

$$Q_t = \frac{60 \times q_t \times f \times E_t}{C_{mt}} = \frac{60 \times 5.56 \times 1.0 \times 0.9}{32.59}$$

$$= 9.21 \text{ m}^3/\text{hr}$$

- 덤프트럭 소요대수 N

$$N = \frac{Q_s}{Q_t} + 1 = \frac{92.8}{9.21} + 1 = 11.1 = 12 \text{ 대}$$

예제 15

페이로더로 1.34m³ 1대로 원지반을 굴착하여 8t 덤프트럭을 사용하여
운반로 10km인 현장까지 운반하고자 한다.

토량변화율 L=1.2, 흙의 단위중량이 $\gamma_t=1.7\text{t/m}^3$ 일 때 **덤프트럭의 소요대수는?**

<페이로더>

사이클 타임(C_{ms})=45sec, 버킷 계수(K)=1.15, 작업효율(E_s)=0.7,

<덤프 트럭>

적재시 주행속도 : 15km/h, 공차시 주행속도 : 20km/h,

t_3 (적하시간)=0.5분, t_4 (적재작업 시작 전 대기시간) =0.4분, 작업효율 (E_t) = 0.9

1) 페이로더의 시간당 작업량 Q_s

$$Q_s = \frac{3600 \times q_s \times K \times f \times E_s}{C_{ms}}$$

$$= \frac{3600 \times 1.34 \times 1.15 \times 0.83 \times 0.7}{45} = 71.6 \text{ m}^3/\text{hr}$$

여기서, 토량환산계수 f 는 원지반토량으로 환산

$$f = 1 / 1.2 = 0.83$$

2) 덤프트럭 시간당 작업량 Q_t

$$Q_t = \frac{60 \times q_t \times f \times E_t}{C_{mt}}$$

- 덤프트럭 적재량 q_t

$$q_t = \frac{T}{\gamma_t} \times L = \frac{8}{1.7} \times 1.2 = 5.6 \text{ m}^3$$

- 토랑환산계수 $f = 1/1.2 = 0.83$: 원지반토랑으로 환산

- 작업효율 $E_t = 0.9$

- 사이클타임 C_{mt} $C_{mt} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$

t_1 : 덤프트럭의 적재시간(min)

t_2 : 덤프트럭의 운반 및 돌아오는 주행시간(min)

t_3 : 사토에 소요되는 시간(min)으로 차를 기다리는 시간 포함

t_4 : 적재장소에 도착하여 적재작업이 시작될 때까지의 시간(min)

t_5 : 적재함 덮개설치 및 해체시간 = 3.77분

- 사이클타임 C_{mt} $C_{mt} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$

a) 적재시간 t_1

$$t_1 = \frac{C_{ms} \times n}{60 \times E_s} = \frac{45 \times 4}{60 \times 0.7} = 4.3 \text{ 분}$$

• 적재횟수 n

$$n = \frac{q_t}{q_s \times k} = \frac{5.6}{1.34 \times 1.15} = 3.63 = 4 \text{ 회}$$

b) 왕복주행시간 t_2

$$t_2 = \frac{\text{운반거리}}{\text{적재시 평균주행속도}} + \frac{\text{운반거리}}{\text{공차시 평균주행속도}}$$

$$= \left(\frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} \right) \times 60 = \left(\frac{10}{15} + \frac{10}{20} \right) \times 60 = 70 \text{ 분}$$

c) 적하시간 $t_3 = 0.5$ 분

d) 적재작업 시작 전 대기시간 $t_4 = 0.4$ 분

$$C_{mt} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 4.3 + 70 + 0.5 + 0.4 + 3.77 = 78.97 \text{분}$$

- 덤프트럭 시간당 작업량 Q_t

$$Q_t = \frac{60 \times q_t \times f \times E_t}{C_{mt}} = \frac{60 \times 5.6 \times 0.83 \times 0.9}{78.97} \\ = 3.18 \text{ m}^3/\text{hr}$$

- 덤프트럭 소요대수 N

$$N = \frac{Q_s}{Q_t} + 1 = \frac{71.6}{3.18} + 1 = 23.5 = 24 \text{대}$$

예제 16

사질토 50,000m³를 굴착하여 2km 지점에 운반 사토시 다음 조건에 대하여 장비조합 및 작업일수를 구하시오.(1일 8시간 작업)

<조건>

- 토량 변화율 : $C=0.9$, $L=1.25$, 흙의 단위중량 $\gamma_t = 1.9 \text{ t/m}^3$

- 도저 : $q_d = 3\text{m}^3$, $E_d=0.5$, $C_{md} = 1.1$ 분

- 셔블 : $q_s = 1.9\text{m}^3$, $K=0.8$, $E_s=0.6$, $C_{ms} = 42$ 초

- 트럭 : 8ton, $E_t=0.89$, $C_{mt} = 18$ 분

1) 도저 시간당 작업량

$$Q_d = \frac{60 \times q_d \times f \times E_d}{C_{md}} = \frac{60 \times 3.0 \times (1/1.25) \times 0.5}{1.1} \\ = 65.45 \text{ m}^3/\text{hr}$$

2) 셔블의 시간당 작업량 Q_s

$$Q_s = \frac{3600 \times q_s \times K \times f \times E_s}{C_{ms}}$$

$$= \frac{3600 \times 1.9 \times 0.8 \times (1/1.25) \times 0.6}{42} = 65.54 \text{ m}^3/\text{hr}$$

3) 덤프트럭 시간당 작업량 Q_t

$$q_t = \frac{T}{\gamma_t} \times L = \frac{8}{1.9} \times 1.25 = 5.26 \text{ m}^3$$

$$Q_t = \frac{60 \times q_t \times f \times E_t}{C_{mt}} = \frac{60 \times 5.26 \times (1/1.25) \times 0.9}{18}$$

$$= 12.62 \text{ m}^3/\text{hr}$$

4) 덤프트럭 소요대수 N

$$N = \frac{Q_s}{Q_t} + 1 = \frac{62.54}{12.62} + 1 = 5.96 = 6 \text{ 대}$$

5) 장비조합 = 도저 1대, 셔블 1대, 트럭 6대 ← 장비 능력 균등하게 조합

도저 1대 $Q = 65.45 \text{ m}^3/\text{hr}$, 셔블 1대 $Q = 62.54 \text{ m}^3/\text{hr}$,

트럭 6대 $= 12.62 \times 6 = 75.72 \text{ m}^3/\text{hr}$

6) 작업일수

$$\text{작업일수} = \frac{\text{토공량}}{\text{1일 작업량}} = \frac{50,000}{62.54 \times 8 \text{ hr}}$$

$$= 99.93 = 100 \text{ 일}$$

시간당 작업량이 제일 작은 장비

예제 17

백호 0.7m³ 로 적재하고 8t 덤프트럭으로 흙을 운반할 때 조합 단위시간당 작업량을 구하시오.

<조건>

- 백호 : K=0.9, Es=0.45, Cms = 23초, f = 0.87

- 트럭 : qt=5.1m³, V1=15km/hr, V2=20km/hr, Et=0.89, Cmt = 150분

1) 백호의 시간당 작업량 Qs

$$Q_s = \frac{3600 \times q_s \times K \times f \times E_s}{C_{ms}}$$

$$= \frac{3600 \times 0.7 \times 0.9 \times 0.87 \times 0.45}{23} = 38.6 \text{ m}^3/\text{hr}$$

2) 덤프트럭 시간당 작업량 Qt

$$Q_t = \frac{60 \times q_t \times f \times E_t}{C_{mt}} = \frac{60 \times 5.1 \times 0.87 \times 0.9}{150} = 1.60 \text{ m}^3/\text{hr}$$

3) 조합 단위시간당 작업량

$$Q = \frac{Q_s \times Q_t}{Q_s + Q_t} = \frac{38.6 \times 1.6}{38.6 + 1.6} = 1.5 \text{ m}^3 / \text{hr}$$

1. 시간당 작업량 - 다짐기계

1.6 다짐기계

1) 롤러(전압식) 및 콤팩터의 작업능력 (다짐토량)

➤ 시간당 작업량

$$Q = \frac{1,000V \times W \times D \times f \times E}{n}$$

➤ 시간당 작업면적

$$A = \frac{1,000V \times W \times E}{n}$$

Q : 운전 1시간당 작업량(m^3/hr)
 A : 운전 1시간당 작업면적(m^2/hr)
 V : 다짐속도(km/hr)
 W : 롤러의 유효다짐폭(약 80%)
 D : 1층 다짐 두께(m)
 n : 소요 다짐 횟수
 f : 토량환산계수
 E : 작업효율

1. 시간당 작업량

➤ 롤러의 유효다짐폭(W) 및 다짐속도(V)



다짐기계	규격 (ton)	유효다짐폭(m)	표준다짐속도(km/hr)		
			노체,축제, 노상	보조기층, 기층	표층
머캐덤롤러	6~8	0.7	2.0	2.5	3.0
	8~10	0.8			
	10~12	0.8			
	12~15	0.9			
탠덤롤러	5~8	1.1	2.0	-	3.0
	8~10	1.1			
	10~14	1.2			
타이어롤러	5~8	1.4	2.5	4.0	4.0
	8~15	1.8			
	15~25	2.0			
볼도저	12	0.7	4.0	-	-
	19	0.8			
자주식, 양쪽식 롤러	19	1.8	4.0	-	-
견인식, 양쪽식 롤러 (드럼2개 기준)	3~6	2.7	4.0	-	-
	7~10	3.1			
	11~20	3.4			
진동롤러 (자주식)	2.5	0.7	1.0	1.0	-
	4.4	0.8	1.0	1.0	
	6.0	1.5	3.0	3.0	
	10.0	1.9	4.0	4.0	

1. 시간당

➤ 롤러의
다짐두께 및
다짐횟수

공종		다짐두께(cm)	다짐기계	규격(ton)	다짐횟수	다짐도(%)
노체		30	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	6 4	90이상
노상		20	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	6 4	95이상
동상방지층		20	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	7 4	95이상
보조기층		15~20	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	8 4	95이상
입도조정 기층		15	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	8 7	95이상
기층 (아스팔트 안정처리)		7.5~10	머캐덤롤러 타이어롤러 탠덤롤러	10~12 8~15 10~14	4 10 4	96이상
표층		5	머캐덤롤러 타이어롤러 탠덤롤러	10~12 8~15 10~14	2 10 4	96이상
저수 지	심벽(점토)	20	양축식롤러(자주식)	19	10	95이상
	성토	30	양축식롤러(자주식)	19	8	95이상
축제	점성토	30	양축식롤러(자주식)	19	5	90이상
	사질토	30	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	6 4	90이상

1. 시간당 작업량 - 다짐기계

52

➤ 롤러의 작업효율

공종	다짐기계	현장조건	양호	보통	불량
표층	머캐덤롤러 타이어롤러 탠덤롤러		0.75	0.55	0.35
			0.65	0.45	0.25
			0.60	0.45	0.30
기층 보조기층	진동롤러 머캐덤롤러 타이어롤러		0.80	0.60	0.40
			0.70	0.50	0.30
			0.60	0.40	0.20
노체 축제 노상	볼도저 타이어롤러 진동롤러 양축식롤러 (자주식, 견인식)		0.80	0.60	0.40

➤ 작업효율 결정은 다음사항을 고려하여 결정

1. 성토재료 또는 노반재료의 공급능력과 다짐 작업과의 균형(평형 또는 공급능력이 상회하는 경우 양호)
2. 성토재료 또는 노반 재료의 토질, 함수비, 입도, 배합 등의 적정
3. 작업현장에서의 작업방해 정도
4. 작업현장의 요철 등 지형상황

1. 시간당 작업량 - 다짐기계

➤ 콤팩터의 유효다짐폭(W) 및 다짐속도(V)

규격	유효다짐폭(m)	표준다짐속도(km/hr)
1.5	0.45	1.0

➤ 콤팩터의 소요다짐횟수(n) 및 다짐두께(D)

- n = 3회
- D = 10m

➤ 콤팩터의 작업효율(E)

양호	보통	불량
0.80	0.60	0.40

➤ 작업효율 결정은 다음사항을 고려하여 결정

1. 성토재료 또는 노반재료의 공급능력과 다짐 작업과의 균형(평형 또는 공급능력이 상회하는 경우 양호)
2. 성토재료 또는 노반 재료의 토질, 함수비, 입도, 배합 등의 적정
3. 작업현장에서의 작업방해 정도
4. 작업현장의 요철 등 지형상황

1. 시간당 작업량 - 다짐기계

➤ 충격식 다짐기계의 작업능력

$$Q = \frac{A \times P \times D \times f \times E}{n}$$

Q : 운전 1시간당 작업량(m³/hr)

A : 1회당 유효다짐면적(m²)

P : 1시간당 타격횟수

n : 다짐횟수

D : 1층 다짐 두께(성토:0.15m, 점토:0.1m)

f : 토랑환산계수(다짐토랑 기준)

E : 작업효율 (래머 = 0.3~0.7)

➤ 토랑 환산 계수

조건	토랑환산계수
다짐 토랑	f = 1
운반 토랑 래머 끝손질작업	f = C / L
원지반 토랑	f = C

➤ 래머의 유효다짐 면적(A)과 타격횟수(P)

중량(kg)	1회당 유효다짐면적 A(m ²)	타격횟수 P(회/hr)
60	0.029	3,900
80	0.033	3,600
100	0.034	3,600
500	0.160	2,000

예제 18

55

5,000m³(운반토량)의 흙이 운반되어 오는 성토 공사에 있어서 머캐덤롤러 10ton 1대를 사용하여 기층(아스팔트 안정처리)을 다짐하는 경우 소요작업시간은?

(단, 현장조건은 보통이며, 토량변화율 C=0.8, L=1.2 이다.)

1) 롤러의 시간당 작업량 산정

$$Q = \frac{1,000V \times W \times D \times f \times E}{n}$$

- 표준다짐속도 V = 2.5 km/hr
- 유효다짐폭 W = 0.8m

다짐기계	규격 (ton)	유효다짐폭 (m)	표준다짐속도(km/hr)		
			노체, 축제, 노상	보조기층, 기층	표층
머캐덤롤러	6~8 8~10 10~12 12~15	0.7 0.8 0.8 0.9	2.0	2.5	3.0
탠덤롤러	5~8 8~10 10~14	1.1 1.1 1.2	2.0	-	3.0
타이어롤러	5~8 8~15 15~25	1.4 1.8 2.0	2.5	4.0	4.0

56

- 다짐두께 D = 7~10 cm = 최대값 10cm = 0.1 m
- 다짐횟수 n = 4회

공종	다짐두께(cm)	다짐기계	규격(ton)	다짐횟수	다짐도(%)
노체	30	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	6 4	90이상
노상	20	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	6 4	95이상
동상방지층	20	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	7 4	95이상
보조기층	15~20	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	8 4	95이상
입도조정 기층	15	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	8 7	95이상
기층 (아스팔트 안정처리)	7.5~10	머캐덤롤러 타이어롤러 탠덤롤러	10~12 8~15 10~14	4 10 4	96이상
표층	5	머캐덤롤러 타이어롤러 탠덤롤러	10~12 8~15 10~14	2 10 4	96이상

- 작업효율 E
= 현장조건 보통 = 0.5

공종	현장조건	양호	보통	불량
	다짐기계			
표층	머캐덤롤러	0.75	0.55	0.35
	타이어롤러	0.65	0.45	0.25
	탠덤롤러	0.60	0.45	0.30
기층 보조기층	진동롤러	0.80	0.60	0.40
	머캐덤롤러	0.70	0.50	0.30
	타이어롤러	0.60	0.40	0.20
노체 축제 노상	불도저 타이어롤러 진동롤러 양축식롤러 (자주식,견인식)	0.80	0.60	0.40

- 토량환산계수 $f = L / C = 1.2 / 0.8 = 1.5$
(운반토량으로 환산)

- 롤러의 시간당 작업량 Q

$$Q = \frac{1,000V \times W \times D \times f \times E}{n} = \frac{1,000 \times 2.5 \times 0.8 \times 0.1 \times \mathbf{1.5} \times 0.5}{4}$$

$$= \mathbf{37.5m^3/hr}$$

- 롤러의 소요작업시간 = 작업량 / 시간당작업량
= 5,000 / 37.5 = 133.3 = 134시간

예제 19

59

진동롤러 10ton을 사용하여 노상을 다짐할 때 시간당 작업량 Q와
시간당 작업면적 A를 구하시오. (단, 현장조건은 양호, 토량변화율 f=1.0이다.)

1) 롤러의 시간당 작업량 산정

- 표준다짐속도 V = 4.0 km/hr
- 유효다짐폭 W = 1.9m

$$Q = \frac{1,000V \times W \times D \times f \times E}{n}$$

다짐기계	규격 (ton)	유효다짐폭(m)	표준다짐속도(km/hr)		
			노체,축제, 노상	보조기층, 기층	표층
자주식, 양측식 롤러	19	1.8	4.0	-	-
견인식, 양측식 롤러 (드럼2개 기준)	3~6 7~10 11~20	2.7 3.1 3.4	4.0	-	-
진동롤러 (자주식)	2.5	0.7	1.0	1.0	-
	4.4	0.8	1.0	1.0	
	6.0	1.5	3.0	3.0	
	10.0	1.9	4.0	4.0	

- 다짐두께 D = 200cm = 0.2 m
- 다짐횟수 n = 6회

60

공종	다짐두께(cm)	다짐기계	규격(ton)	다짐횟수	다짐도(%)
노체	30	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	6 4	90이상
노상	20	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	6 4	95이상
동상방지층	20	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	7 4	95이상
보조기층	15~20	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	8 4	95이상
입도조정 기층	15	진동롤러 타이어롤러	10 8~15	8 7	95이상
기층 (아스팔트 안정처리)	7.5~10	머캐덤롤러 타이어롤러 탠덤롤러	10~12 8~15 10~14	4 10 4	96이상
표층	5	머캐덤롤러 타이어롤러 탠덤롤러	10~12 8~15 10~14	2 10 4	96이상

- 작업효율 E
= 현장조건 양호 = 0.8

공종	현장조건	양호	보통	불량
	다짐기계			
표층	머캐덤롤러	0.75	0.55	0.35
	타이어롤러	0.65	0.45	0.25
	탠덤롤러	0.60	0.45	0.30
기층 보조기층	진동롤러	0.80	0.60	0.40
	머캐덤롤러	0.70	0.50	0.30
	타이어롤러	0.60	0.40	0.20
노체 축제 노상	불도저 타이어롤러 진동롤러 양축식롤러 (자주식,견인식)	0.80	0.60	0.40

- 토량환산계수 f = 1.0

- 롤러의 시간당 작업량 Q

$$Q = \frac{1,000V \times W \times D \times f \times E}{n} = \frac{1,000 \times \mathbf{4.0} \times \mathbf{1.9} \times 0.2 \times \mathbf{1.0} \times 0.8}{6}$$

$$= \mathbf{202.67m^3/hr}$$

- 롤러의 시간당 작업면적 A

$$A = \frac{1,000V \times W \times E}{n} = \frac{1,000 \times 4.0 \times 1.9 \times 0.8}{6}$$

$$= 1013.33m^2/hr$$

예제 20

60kg의 래머를 이용하여 하층 노반의 다짐 작업을 할 때 시간당 작업량 Q를 구하시오.

(단, 1층의 다짐 두께 : 0.15m, 토량환산계수 $f=0.8$, 작업효율=0.5, 다짐횟수=6회)

➤ 래머의 유효다짐 면적 $A = 0.029 \text{ m}^2$

➤ 타격횟수 $P = 3,900$ 회

➤ 시간당 작업량 Q

중량(kg)	1회당 유효다짐면적 $A(\text{m}^2)$	타격횟수 $P(\text{회/hr})$
60	0.029	3,900
80	0.033	3,600
100	0.034	3,600
500	0.160	2,000

$$Q = \frac{A \times P \times D \times f \times E}{n} = \frac{0.029 \times 3,900 \times 0.15 \times 0.8 \times 0.5}{6}$$

$$= 1.13 \text{ m}^3/\text{hr}$$

예제 21

성토장에서 다짐에 사용하는 롤러의 다짐 유효폭은 3m, 평균속도는 4km/h, 다짐횟수 4회, 1층의 다짐두께는 20cm, 작업효율=0.8이다.

덤프트럭 싸이클타임이 15분이라면, 최소한 몇 대의 덤프트럭을 가동시켜야 다짐 장비와의 균형이 이루어지겠는가?

(단, 토량환산계수 $L=1.3$, $C=0.9$, 덤프트럭용량=12 m^3 , 트럭 작업효율=0.9 이다.)

1) 롤러의 시간당 작업량 Q_D

$$Q_D = \frac{1,000V \times W \times D \times f \times E}{n} = \frac{1,000 \times 4.0 \times 3.0 \times 0.2 \times 1.11 \times 0.8}{4}$$

$$= 532.8 \text{ m}^3/\text{hr}$$

- 토량환산계수 f = 롤러는 다짐토량, 덤프트럭은 운반토량이므로 원지반토량으로 통일
- 롤러의 토량환산계수 $f = 1 / 0.9 = 1.11$

2) 덤프트럭 시간당 작업량 Q_t

$$Q_t = \frac{60 \times q_t \times f \times E_t}{C_{mt}} = \frac{60 \times \mathbf{12} \times 0.77 \times 0.9}{15}$$

$$= 33.26 \text{ m}^3/\text{hr}$$

- 덤프트럭 토량환산계수 $f = 1 / 1.3 = 0.77$

3) 덤프트럭 소요대수 N

$$N = \frac{Q_D}{Q_t} = \frac{532.8}{33.26} = \mathbf{16.06} = \mathbf{17} \text{ 대}$$

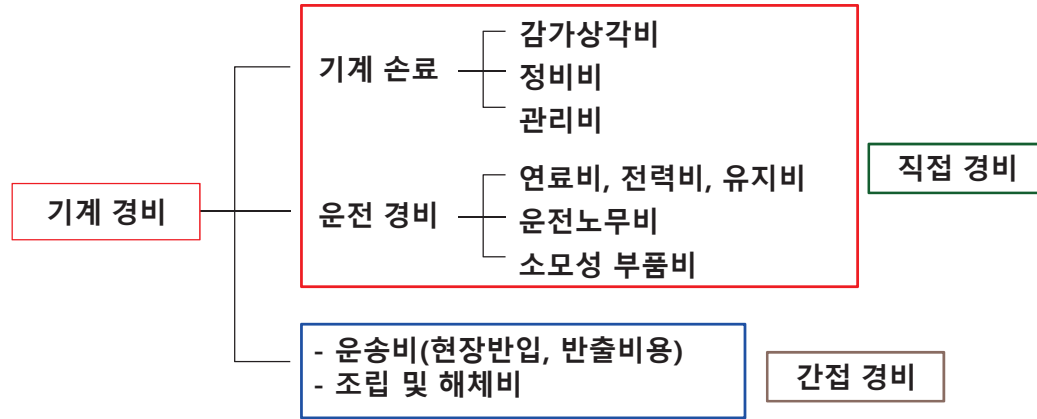
2. 기계경비 산정

2. 기계경비

67

1) 기계 경비 구성

$$\text{기계경비(기계사용료)} = \text{직접경비(기계손료+운 전경비)} + \text{간접경비}$$



2. 기계경비

68

2) 단위작업량에 대한 건설기계 시공비, C (원/m³, 원/ton)

$$C = \frac{\text{시간당 기계경비 [원]}}{Q : \text{시간당 작업량 [m}^3/\text{hr, ton/hr]}}$$

3) 가동률

$$\text{실작업 시간율(가동율)} = \frac{\text{실작업 시간}}{\text{총 작업시간}}$$

2. 기계경비

69

4) 표준품셈에 의한 기계손료

$$\text{기계손료} = \text{상각비} + \text{정비비} + \text{관리비}$$

① 상각비 : 기계의 내용연수에 의한 가치의 감가액

$$\begin{aligned} \text{연간 감가상각비} &= \frac{\text{취득가격} - \text{잔존가격}}{\text{경제적 내용연수}} \Rightarrow \text{경제적 내용연수} = \text{내용시간} / \text{연간표준가동시간} \\ \text{시간당 상각비} &= \text{취득가격} \times \text{시간당 상각비 계수} \end{aligned}$$

2. 기계경비

70

② 정비비 : 기계를 사용함에 따라 발생하는 고장, 성능저하부분 회복을 위해 정기 또는 수시정비에 소요되는 비용

$$\text{시간당 정비비} = \text{취득가격} \times \text{시간당 정비비계수}$$

$$\text{시간당 정비비 계수} = \text{정비비율} / \text{내용시간}$$

③ 관리비 : 보유한 기계를 관리하는데 필요로 하는 이자 및 보관격납비용 ⇒ 1일 8시간을 초과하는 경우도 8시간으로 계산

$$\text{시간당 관리비 계수} = \frac{1.1 \times \text{경제적 내용연수} + 0.9}{2 \times \text{경제적 내용연수}} \times \frac{\text{연간관리비율}}{\text{연간표준가동시간}}$$

$$\text{시간당 관리비} = \text{취득가격} \times \text{시간당 관리비 계수}$$

$$\text{취득가격} = \text{표준품셈 11장, 건설기계 - 11-4. 건설기계 가격표}$$

5) 물가자료에 의한 기계손료

$$\text{기계손료} = (\text{운전시간당 손료} \times \text{운전시간}) + (\text{1일당 손료} \times \text{공용일수})$$

장비		내용 시간	연간 표준 가동 시간	상각 비율	정비 비율	연간 관리 비율	시간당(10 ⁻⁷)			
							상각비 계수	정비비 계수	관리비 계수	계
불도저	무한궤도	12,000	1,400	0.9	0.7	0.1	750	583	430	1,763
	타이어	12,000	1,400	0.9	0.6	0.1	750	500	430	1,680
리퍼		12,000								795
굴삭기	무한궤도	10,000	1,400	0.9	0.7	0.1	900	700	438	2,038
	타이어	10,000	1,400	0.9	0.7	0.14	900	700	613	2,213
로더	무한궤도	10,000	1,400	0.9	1.0	0.1	900	1,000	438	2,338
	타이어	10,000	1,400	0.9	0.7	0.1	900	700	438	2,038
스크레이퍼	자주식	12,000	1,400	0.9	0.7	0.1	750	583	430	1,763
	피견인식	12,000	1,400	0.9	0.3	0.1	750	250	430	1,430
모터그레이더		14,000	1,400	0.9	0.55	0.1	643	393	425	1,461
덤프 트럭	2.5~6ton	7,500	1,400	0.9	0.8	0.14	1,200	1,067	634	2,901
	8ton	8,000	1,400	0.9	0.8	0.14	1,125	1,000	629	2,754
	10.5~15ton	10,000	1,400	0.9	0.7	0.14	900	700	613	2,213
	20~32ton	10,000	1,400	0.9	0.65	0.14	900	650	613	2,163

예제 22

어떤 장비가 경제 수명 기간에 일정한 비율로 감가 상각된다. 1대의 장비를 6,000만원에 구입하고 경제적인 수명은 8년이며, 그 후 추정된 잔존가치는 2,000만원이라면 연간 감가 상각비는 얼마인가?

$$\begin{aligned}
 \text{연간감가상각비} &= \frac{\text{구입가격} - \text{잔존가치}}{\text{내용연수}} \\
 &= \frac{6,000\text{만원} - 2,000\text{만원}}{8\text{년}} \\
 &= 500 \text{만원} / \text{년}
 \end{aligned}$$

예제 23

73

한 건설회사에서 8,000만원을 주고 백호 한 대를 구입하였다. 이 장비는 만 5년간 사용하고 1,000만원에 처분할 계획이다. 그러나 사정이 생겨 이 장비를 만 2년을 사용하고 팔아야 했다. 이 장비의 판매가격은 얼마가 적절하겠는가? (단, 감가 상각을 계산하여 가격을 산정하시오.)

$$1) \text{ 연간감가상각비} = \frac{\text{구입가격} - \text{잔존가치}}{\text{내용연수}} = \frac{8,000\text{만원} - 1,000\text{만원}}{5\text{년}} \\ = 1,400 \text{만원} / \text{년}$$

$$2) \text{ 2년 후 감가상각액} = 1,400\text{만원/년} \times 2\text{년} = 2,800\text{만원}$$

$$3) \text{ 판매가격} = \text{구입가격} - \text{2년 후 감각상각액} \\ = 8,000\text{만원} - 2,800\text{만원} = 5,200\text{만원}$$

예제 24

74

어떤 공사장에서 불도저로 작업하는 데 기계의 고장, 준비 불량에 소요된 시간 30분, 인력 부족 및 인원 초과로 대기시간이 1시간이라면 1일의 총작업시간 8시간 중 실작업시간을 6시간으로 볼 때 가동률을 얼마인가?

$$\text{가동률} = \frac{\text{실작업시간}}{\text{총 작업시간}} \times 100 \\ = \frac{6 - (1+0.5)}{8} \times 100 \\ = 56.3 \%$$

예제 25

75

버킷 용량 0.6m³의 파워셔블을 총 운전 시간 200시간, 공용 일수 32일간 공사에 투입하였다. 이 때 운전 1시간당 손료는 5,000원, 공용일수 1일당 손료는 15,000원, 운전 1시간당 경비는 4,000원이다. 그리고 트레일러로 운반 거리가 200km인 지점까지 파워셔블을 운반하는데 km당 500원의 수송비가 들었다. 이때의 기계 손료와 기계 경비는 얼마인가? (단, 조립, 해체 비용은 없다.)

1) 물가자료에 의한 기계손료

$$\begin{aligned} \text{기계손료} &= (\text{운전시간당 손료} \times \text{운전시간}) + (\text{1일당 손료} \times \text{공용일수}) \\ &= (5,000\text{원} \times 200\text{시간}) + (15,000\text{원} \times 32\text{일}) = 1,480,000\text{원} \end{aligned}$$

2) 기계경비 = 기계손료 + 운전경비 + 수송비 + 조립 및 해체비

$$\begin{aligned} &= 1,480,000\text{원} + (4,000\text{원} \times 200\text{시간}) + (500\text{원} \times 200\text{km} \times 2) + 0 \\ &= 2,480,000\text{원} \end{aligned}$$

예제 26

76

무한궤도형 불도저 10ton의 취득가격이 49,000,000원일 때 표준품셈으로 기계손료를 산정하시오.

기계손료 = 취득가격 x 시간당 손료 계수

$$= 49,000,000\text{원} \times 1,763 \times 10^{-7} = 8,639\text{ (원/시간)}$$

장비		내용 시간	연간 표준 가동 시간	상각 비율	정비 비율	연간 관리 비율	시간당(10 ⁻⁷)			
							상각비 계수	정비비 계수	관리비 계수	계
불도저	무한궤도	12,000	1,400	0.9	0.7	0.1	750	583	430	1,763
	타이어	12,000	1,400	0.9	0.6	0.1	750	500	430	1,680