

### 3. 건설기계의 분류

1



## 1. 개요

2

### 1) 건설기계 선정을 위한 현장조사

⇒ 건설기계 종류, 규격, 수량, 투입시기 결정 ⇒ **가동효율 최대화**

항목	조사사항
지질구조 및 토양	• 토질 성분분석/지하수위/단층, 절리, 절곡 등 조사
지역 형태와 기상	• 계절별 기온, 강우, 강설/지형학적 형태/주변하천 수위, 조수, 홍수
현장의 입지적 요건	• 교통시설/주거환경/교육시설/공업시설/레저시설/농·축 및 생태계 등
용지확보 가능성	• 현장사무실/공사용지/우회도로/지장물/토취장/사토장/골재채취장 등
현장의 접근성	• 도로시설/철도시설/운반시설/수로시설/항공시설/항만시설 등
에너지 및 용수관련	• 공사관련 전력시설/용수공급시설/전기통신시설/가스시설/배수시설 등
자원확보 및 접근도	• 자재반출, 반입/장비반출, 반입/노무인력수급/배차플랜트 등
용지확보/설계변경	• 공사용지내 문화재/묘/농지 포함여부/설계변경 가능성/지상지장물
관청/관공서/관계기관	• 공사담당관청/소방서/경찰서/병원/법원/자연보호단체/기타 민간단체
기타 공사관련 시설	• 지장물/용지보강/공사부지의 이전사용이력/이권/물가/입력단체



# 1. 개요

3

## 2) 건설기계 선정을 위한 환경조사

- 1) **공사규모**에 적합한가? (공사규모별 적정장비)
- 2) **기계의 조합**은 적절한가? (효과적인 장비조합)
- 3) **운반거리**와는 적절한가? (운반거리별 적정장비)
- 4) **장비의 주행성**(trafficability)은 확보되는가?
- 5) **기계경비**는 최소화가 될 수 있는가?

## 3) 건설기계 조합

- 건설 현장 규모의 대형화, 장비 규격 및 종류 다양화

⇒ **장비 효율 향상을 위해 장비 조합**

### 장비 조합 사례

공종	굴착	적재	운반	성토	다짐	마감
도로공	불도저	드래그라인 파워쇼벨	벨트 컨베이어	불도저	불도저	불도저
댐공	불도저 스크레이퍼	파워쇼벨 스크레이퍼	덤프트럭 모터스크레이퍼 벨트컨베이어	불도저 모터스크레이퍼	불도저 롤러류	불도저 롤러류



# 1. 개요

4

## 4) 공사규모에 따른 구분

- 100,000m<sup>3</sup> 이상의 대규모 공사 : 대형기계
- 100,000m<sup>3</sup>~10,000m<sup>3</sup>의 중규모 공사 : 중형기계
- 10,000m<sup>3</sup> 이하의 소규모 공사 : 소형기계 또는 인력시공

### 공사규모에 따른 표준건설기계 사례(표준품셈)

장비명	작업종류	작업규모	표준규격
불도저	유압 리퍼	중규모 이하 대규모	19 ton 32 ton
	굴삭(운반)	중규모 이하 대규모	19 ton 32 ton
	습지, 연약토		19 ton
굴삭기 (유압 백호)	굴삭, 적재	소규모 중규모 대규모	0.4 m <sup>3</sup> 0.7 m <sup>3</sup> 1.0 m <sup>3</sup> 이상
덤프트럭	운반	소규모 중규모 대규모	8 ton 이하 8~15 ton 15 ton 이상



## 1. 개요

5

### 5) 운반 거리별 건설기계 선정(표준품셈)

작업구분	운반거리	건설기계의 종류
절토, 압토	평균 20m	· 불도저
운반	60m 이하	· 불도저
	60~100m	· 불도저 · 셔블계 굴삭기(백호, 셔블, 드래그라인, 크래셀)+덤프트럭 · 로더+덤프트럭 · 굴삭기(유압식 백호)+덤프트럭 · 견인식 스크레이프
	100m 이상	· 셔블계 굴삭기(백호, 셔블, 드래그라인, 크래셀)+덤프트럭 · 로더+덤프트럭 · 굴삭기(유압식 백호)+덤프트럭 · 견인식 스크레이프 · 모터 스크레이프



## 1. 개요

6

### 6) 건설기계 사용성

#### ➤ 트래픽커빌리티 (Trafficability)

① 정의 : **건설기계의 주행성**

② 측정 : 콘(Cone) 지수 ( $q_c$ )

#### 장비종류에 따른 주행 가능한 콘지수

장비의 종류	콘지수 (MPa)
습지 도우저	0.2~0.4
중형 도우저	0.5~0.7
대형 도우저	0.7~1.0
스크레이퍼	1.0~1.3
덤프 트럭	1.5 이상

#### ➤ 리퍼빌리티 (Ripperability)

① 정의 : **리퍼(Ripper)로 굴착할 수 있는 능력**

② 측정

- 탄성파 속도 측정 : 1.5km/sec 이하 암석 리핑 가능

- Test Hammer



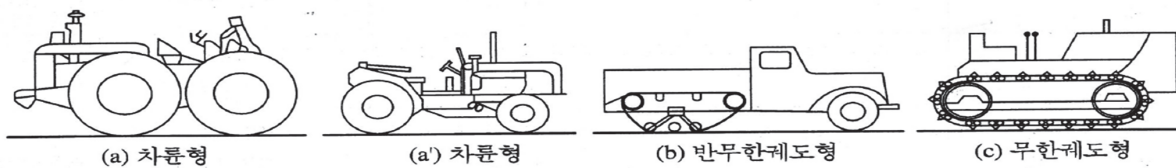
## 2. 굴착 · 적재 기계

7

### ❖ 트랙터계 / 셔블계 / 버킷계로 구분

#### 2.1 트랙터 기계

- 트랙터 구성 : 엔진, 동력전달장치, 주행장치, 작업장치
- 트랙터 크기 : 엔진 출력, 자중으로 표시
- 주행 장치 형식에 의한 구분 : **차륜형**, **무한궤도형**, **반무한궤도형**



트랙터의 주행장치 형식

출처 : 최신토목시공학(구미서관)

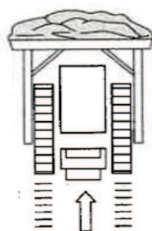


## 2. 굴착 · 적재 기계

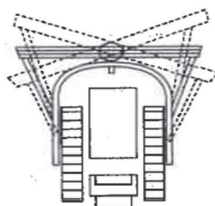
8

#### 1) 불도저

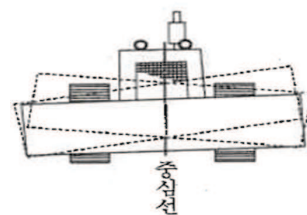
- 트랙터 전면에 블레이드(삽, 토공판)를 설치하고, 후면에 윈치, 리처 등 부수장치를 설치
- 굴착, 절토, 되메움, 정지, 다짐 등의 작업에 사용
- 블레이드 형태에 따른 구분 : 스트레이트 도저, 앵글 도저, 틸트 도저



Straight dozer



Angle dozer



Tilt dozer

출처 : 최신토목시공학(구미서관)



## 2. 굴착 · 적재 기계

9

### 2) 스크레이퍼 / 모터스크레이퍼

- 토사를 굴착하고 운반하는데 사용
- 정지(평탄)작업  
⇒ 표면 깎기, 흙 싣기, 운반, 살포, 사토 등의 연속작업 가능
- 피견인식 스크레이퍼, 지주식 모터스크레이퍼

볼(bowl)



<https://4215story.tistory.com/830>



< 스크레이퍼 작업 >



출처 : 최신토목시공학(구미서관)



## 2. 굴착 · 적재 기계

10

### 3) 트랙터 셔블(로더)

- 트랙터 전면에 버킷을 설치
- 굴착, 적재를 동시 작업



<https://4215story.tistory.com/830>

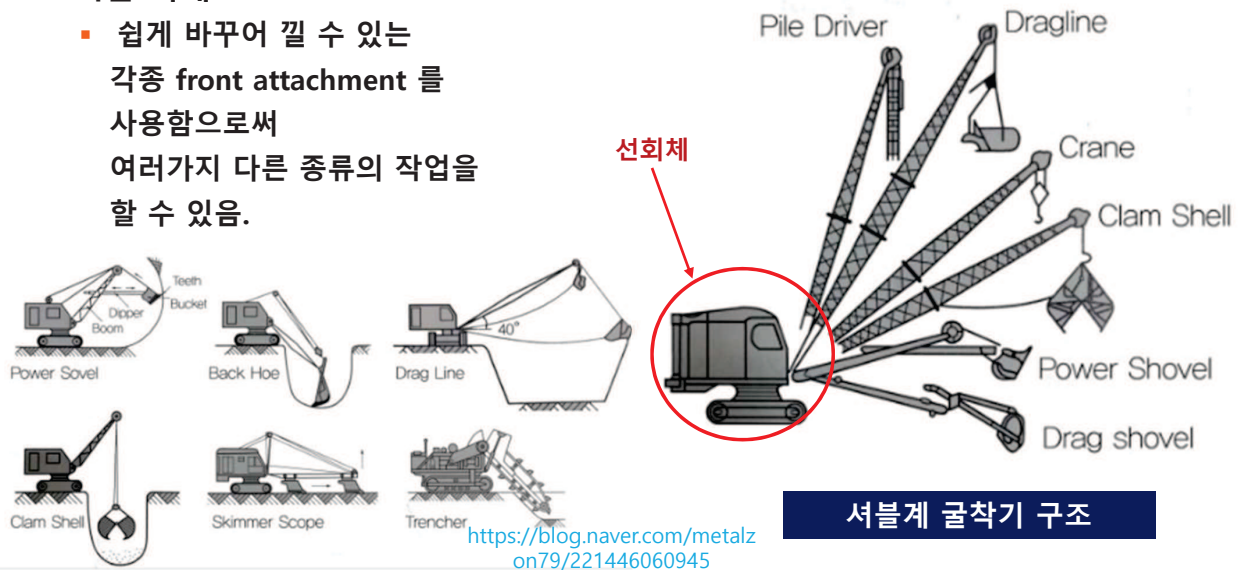


## 2. 굴착 · 적재 기계

11

### 2.2 셔블 기계

- 쉽게 바꾸어 질 수 있는 각종 front attachment 를 사용함으로써 여러가지 다른 종류의 작업을 할 수 있음.

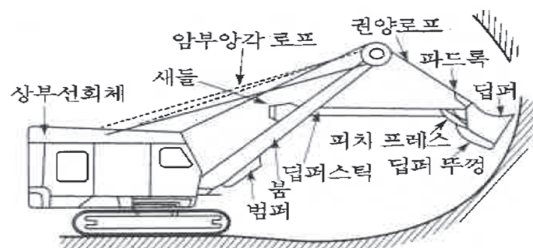


## 2. 굴착 · 적재 기계

12

### 1) 파워셔블(딤퍼셔블)

- 단단한 흙으로 흙, 풍화토, 연암까지 굴착 가능
- 굳은 토질의 **상향굴착**



출처 : 최신토목시공학(구미서관)



<https://conpaper.tistory.com/56942>

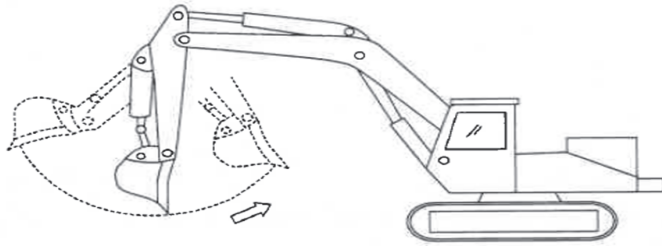


## 2. 굴착 · 적재 기계

13

### 2) 백호

- 땅을 파거나 깎을 때 사용
- 덤퍼암 끝의 장치를 교체 설치하여 다목적 사용 가능
- **하향굴착**에 사용



출처 : 최신토목시공학(구미서관)



<https://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=jhmillennium&logNo=221412528886&parentCategoryNo=18&categoryNo=24&viewDate=&isShowPopularPosts=false&from=postView>

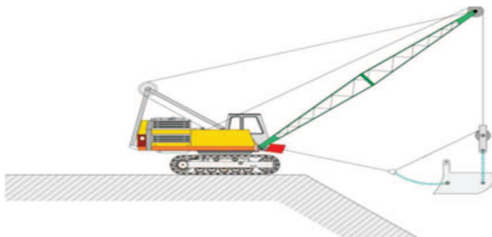


## 2. 굴착 · 적재 기계

14

### 3) 드래그 라인

- 붐에 스크레이퍼 버킷을 달아 멀리 하천바닥 등에 떨어뜨린 후 버킷을 끌어당기면서 토사를 모으는 작업
- 기계위치보다 **높은 곳과 낮은 곳의 굴착 가능**
- 정밀한 굴착, 사토, 단단한 지반 굴착에 부적합  
⇒ **연약한 지반, 넓은 범위의 굴착과 적재 가능**



<https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%8F%99%EB%A0%A5%EC%82%BD>



<https://ko.carolchanning.net/biznes/5934-draglayn-ekskavator-tehnicheskie-harakteristiki-opisanie-i-otzyvy.html>





## 2. 굴착 · 적재 기계

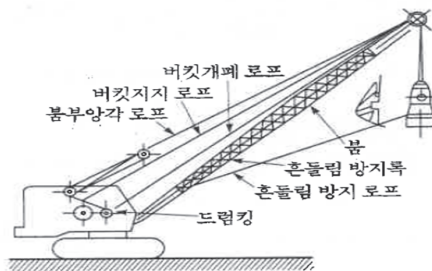
15

### 4) 크램셸

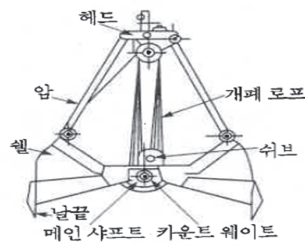
- 느슨한 토층의 굴착에 적합
- 모래, 자갈, 쇠석을 굴착 채취
- 지하연속벽, 우물통 등의 좁고 깊은 곳 굴착에 유리



<https://m.blog.naver.com/tjrwnsldldi12/220907266195>



출처 : 최신토목시공학(구미서관)



<https://kr.bossgoo.com/product-detail/high-performance-electric-overhead-crane-grab-54625527.html>



## 2. 굴착 · 적재 기계

16

### 2.3 버킷계 기계

#### 1) 버킷 래더 굴착기

- 래더 둘레에 버킷을 설치하여 회전하여 토사 굴착
- 자갈채취, 하천공사, 수로공사 등의 연약한 지반 굴착



<https://ko.trodagroup.com/dredger/bucket-wheel-dredger/floating-bucket-ladder-dredger.html>







## 2. 굴착 · 적재 기계

17

### 2) 버킷 휠 굴착기

- 전면에 부착된 거대한 휠을 회전하여 굴착 후 컨베이어에 싣는 방식으로 작업
- 토로, 택지, 매립공사 등 모래, 토사, 점토, 연암 등의 굴착



<https://blog.naver.com/ah1733/220770831628>

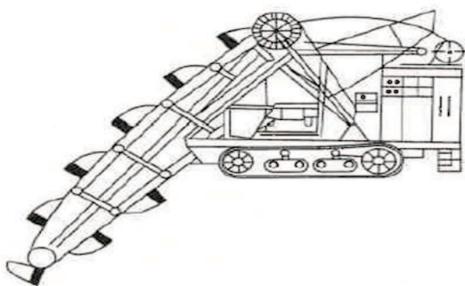


## 2. 굴착 · 적재 기계

18

### 3)-c. 트렌처

- 하부 원형팁블러를 회전하여 토사 굴착
- 도랑굴착, 가스관, 수도관, 전신주 등의 매설 및 암거 굴착



출처 : 최신토목시공학(구미서관)



<https://dacumania.tistory.com/5768>



## 2. 굴착 · 적재 기계

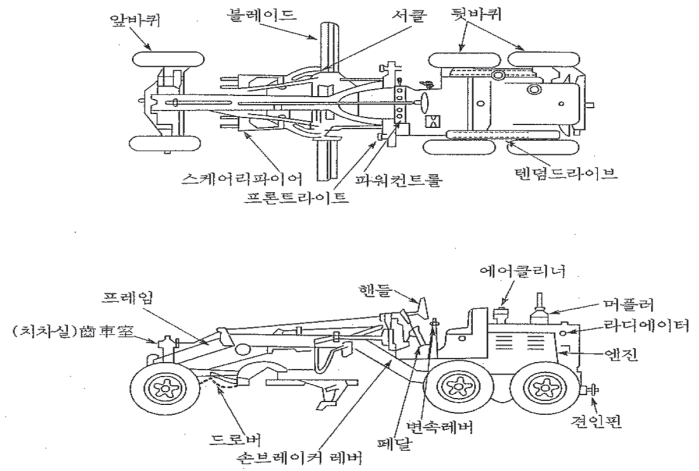
19

### 4) 모터 그레이더

- 노면 정리작업, 비탈면 절삭
- 주로 도로공사에 사용



<https://4215story.tistory.com/830>



출처 : 최신토목시공학(구미서관)



## 3. 운반 기계

20



덤프트럭(Dump truck)

<https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=18133269&memberNo=36933968>



트레일러(Trailer)

<http://www.cvinfo.com/news/articleView.html?idxno=5621>



## 4. 다짐기계

21

### ❖ 다짐 방법

- ① 정하중에 의한 방법 : 일정하중을 성토체에 올려 다짐
- ② 전동하중에 의한 방법 : 전동롤러를 이용하여 다짐
- ③ 충격하중에 의한 방법 : 성토체에 타격을 가하여 다짐
- ④ 진동하중에 의한 방법 : 성토체에 진동을 가하면서 다짐
- ⑤ 물다짐에 의한 방법 : 모래에 물을 가하여 함수비 증가로 인하여 체적증가에 의한 겉보기 점착력 증가

### ❖ 기능에 따른 다짐 기계 종류

- 전압(rolling, 轉壓)식 : 머캐덤롤러, 탠덤롤러, 탬핑롤러, 타이어롤러
- 충격식 : 램머, 프로그래머, 탬퍼
- 진동식 : 진동롤러, 소일콤팩터, 진동콤팩터



## 4. 다짐기계

22

### ❖ 전압식 다짐 장비



머캐덤 롤러



탠덤 롤러



타이어 롤러

<https://gunsulnet.tistory.com/m/375?category=240789>



## 4. 다짐기계

23

### ❖ 진동식 다짐 장비



[https://m.blog.naver.com/dy\\_k990700/220537530874](https://m.blog.naver.com/dy_k990700/220537530874)

진동 롤러

### ❖ 충격식 다짐 장비



램머

<https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=7099829&memberNo=8604919>



콤팩터

[https://inter-heavy.com/bbs/board.php?bo\\_table=product&wr\\_id=25](https://inter-heavy.com/bbs/board.php?bo_table=product&wr_id=25)

## 4. 토공기계 작업량 산정

### ▶ PART I: 트랙터계 건설기계

## 1. 시간당 작업량 - 불도저

### 1.1 Bulldozer 굴착작업량 산정

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



$Q$  : 시간당 작업량( $m^3/hr$ )

$q$  : 삽날에 모이는 흙 용량( $m^3$ )

-  $q = q_0 \times e$

$q_0$  : 거리를 고려하지 않은  
삽날의 용량( $m^3$ )

$e$  : 운반거리계수

$f$  : 토랑환산계수  
(운반(느슨한)토랑 기준)

$E$  : 작업효율

$C_m$  : 1회 사이클 시간 (min)

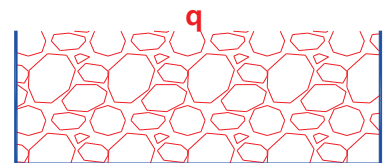
<https://cafe.naver.com/yangseo10/2766>

## 1. 시간당 작업량 - 불도저

### 1) 1 Cycle 당의 토공량 ( $q$ )

: 흙의 성질, 배토판 형상, 굴착성능에 따라 상이

$$q = q_0 \times e$$



삽날의 용량  $q_0$ .

- 운반거리 및 구배를 고려하지 않은 불도저의 삽날 용량( $q_0$ )

(단위 :  $m^3$ )

급수 (ton) 중별	4 (초습지)	7	10	12	13 (습지)	15	19	28	32	33
무한궤도	0.5	1.1	1.5	2.0	1.5	-	3.2	-	5.5	-
타이어	-	-	-	-	-	3.1	-	4.0	-	5.7

## 1. 시간당 작업량 - 불도저

- 운반거리, 운반로의 구배에 관한 계수(e)

운반거리(m) 구배(%)		10 까지	20	30	40	50	60	70	80
평탄지		1.0	0.96	0.92	0.88	0.84	0.80	0.76	0.72
하향	5	1.12	1.08	1.03	0.99	0.94	0.90	0.85	0.81
	10	1.28	1.23	1.18	1.13	1.08	1.02	0.97	0.92
	15	1.47	1.41	1.35	1.29	1.23	1.18	1.12	1.06
상향	5	0.85	0.85	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.64
	10	0.77	0.77	0.74	0.70	0.67	0.64	0.61	0.58
	15	0.70	0.70	0.67	0.64	0.61	0.58	0.56	0.53

### 2) 토량환산계수 (f)

- q를 느슨한 토량으로 표시 ⇒ 원지반의 굴착량 Q 계산시 토량환산계수

조 건		토량 환산 계수
기준	운반 토량(느슨한토량)으로 산정	$f = 1.0$
	원지반 토량으로 산정	$f = 1/L$
	다짐 토량으로 산정	$f = C/L$

## 1. 시간당 작업량 - 불도저

### 3) 싸이클 타임( $C_m$ )

- 실제의 싸이클 타임 영향요소

⇒ 시공방법, 토질, 경사도, 부하의 정도, 운전원 기능 등

$$C_m = \frac{L}{V_1} + \frac{L}{V_2} + t$$

$C_m$  : 1회 싸이클 시간 (min)

$L$  : 운반거리 (m)

$V_1$  : 전진속도 (m/min)

$V_2$  : 후진속도 (m/min)

$t$  : 기어변속시간 (0.25 min)

- 경험식 :  $v_1=41.6(\text{m/min})=1\text{단}$ ,  $v_2=78.6(\text{m/min})=2\text{단}$ ,  $t=0.25\text{min}$

$$C_m = 0.037L + 0.25$$



## 1. 시간당 작업량 - 불도저

### - 무한궤도형 불도저의 $V_1, V_2$

규격 (ton)	전진속도 $V_1$ (m/min)				후진속도 $V_2$ (m/min)		
	1단	2단	3단	4단	1단	2단	3단
4(초습지)	40	57	100	-	63	85	-
7	43	67	92	116	53	78	107
10	42	64	88	116	50	75	105
12	40	55	75	107	48	70	100
13(습지)	40	55	75	-	48	70	-
19	40	55	75	103	46	70	98
32	40	55	70	91	43	58	78

- ① 전진1단, 후진1단 : 굴착 또는 굴착운반, 발근, 석재류 집적 작업 등, 수중작업
- ② 전진2단, 후진2단 : 흐트러진 상태의 토사운반 작업 등
- ③ 전진3단, 후진3단 : 평탄하고 흐트러진 상태의 정지 전압작업 등
- ④ 전진1단, 후진2단 : 제방과 같은 상향 작업시
- ⑤ 전진3단 또는 4단 : 작업현장에서의 이동

## 1. 시간당 작업량 - 불도저

### - 타이어형 불도저의 $V_1, V_2$

규격 (ton)	전진속도 $V_1$ (m/min)			후진속도 $V_2$ (m/min)	
	1단	2단	3단	1단	2단
15	83	200	415	92	125
28	92	200	482	92	200
33	92	210	546	110	250

- ① 전진 1단, 후진1단 : 흐트러진 상태의 토량운반, 연한 지반의 굴착 운반작업 등
- ② 전진 2단, 후진 2단 : 평탄하고 흐트러진 상태에 정지 및 전압작업 등
- ③ 전진 2단 또는 3단 : 작업현장에서의 이동

## 1. 시간당 작업량 - 불도저

### 4) 작업효율 (E)

토질명 \ 현장조건	자연상태			흐트러진 상태		
	양호	보통	불량	양호	보통	불량
모래, 사질토	0.80	0.65	0.50	0.85	0.70	0.55
자갈섞인 흙, 점성토	0.70	0.55	0.40	0.75	0.60	0.45
파쇄암					0.35	0.25

- ① **양호** : 작업현장이 넓고(삽날폭의 3배 이상), 지반의 요철 등에 의한 미끄럼이 없고, 또한 하향구배 등으로서 작업속도가 충분히 기대되는 조건인 경우
- ② **보통** : 작업현장은 넓으나 작업속도가 기대되지 않는 경우, 작업현장은 좁으나(배토판폭의 3배 미만) 작업속도가 충분히 기대되는 등 제조건이 중간으로 판단되는 경우
- ③ **불량** : 작업현장이 좁고 지반상태를 고려한 미끄럼이 많고 또 상향구배 등으로서 작업속도를 저해하는 조건인 경우

### 예제 1

원지반에서 12,000 m<sup>3</sup>의 절토공사를 하여 구배가 없는 운반거리 50m되는 사토장에 사토한다.  
 원지반 흙은 점성토로 제법 점착력이 강하고, 굴착작업도 곤란할 것으로 예상된다.  
 굴착은 13ton 무한궤도형 불도저 2대를 배치하여 1일 8시간 가동할 경우 며칠이면 공사가 완료되겠는가? 작업은 2단으로 하며 토량환산계수 L=1.3이다.

$$\text{- 굴착작업일수} = \frac{\text{토공량}}{\text{1일 작업량}}$$

$$\text{- 1일 작업량 산정} = \text{시간당 작업량} \times \text{1일 작업시간} \times \text{장비 대수}$$

$$\text{- 시간당 작업량 Q 산정} \quad Q = \frac{60 \times q \times f \times E}{C_m}$$

## 1) 삽날의 용량

$$\begin{aligned}
 q &= q_0 \times e \\
 &= 1.5 \text{ m}^3 \times 0.84 \\
 &= 1.26 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- 거리를 고려하지 않은 불도저의 삽날 용량( $q_0$ )

급수 (ton) 중별	4	7	10	12	13	15	19	28	32	33
무한궤도	0.5	1.1	1.5	2.0	1.5	-	3.2	-	5.5	-
타이어	-	-	-	-	-	3.1	-	4.0	-	5.7

- 운반거리계수(e)

운반거리(m) 구배(%)		10 까지	20	30	40	50	60	70	80
평탄지		1.0	0.96	0.92	0.88	0.84	0.80	0.76	0.72
하향	5	1.12	1.08	1.03	0.99	0.94	0.90	0.85	0.81
	10	1.28	1.23	1.18	1.13	1.08	1.02	0.97	0.92
	15	1.47	1.41	1.35	1.29	1.23	1.18	1.12	1.06
상향	5	0.85	0.85	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.64
	10	0.77	0.77	0.74	0.70	0.67	0.64	0.61	0.58
	15	0.70	0.70	0.67	0.64	0.61	0.58	0.56	0.53

## 2) 토량환산계수

$$f = 1/L = 1/1.3$$

주어진 토공량이 원지반 토량이  
므로 원지반토량으로 환산

3) 작업효율  $E = 0.40$ 

토질명	현장조건	자연상태			흐트러진 상태		
		양호	보통	불량	양호	보통	불량
모래, 사질토		0.80	0.65	0.50	0.85	0.70	0.55
자갈섞인 흙, 점성토		0.70	0.55	0.40	0.75	0.60	0.45
파쇄암						0.35	0.25

4) 싸이클타임  $C_m$ 

$$C_m = \frac{L}{V_1} + \frac{L}{V_2} + t = \frac{50}{55} + \frac{50}{70} + 0.25 = 1.87 \text{ min}$$

- 무한궤도형 불도저의  $V_1, V_2$ 

규격 (ton)	전진속도 $V_1$ (m/min)				후진속도 $V_2$ (m/min)		
	1단	2단	3단	4단	1단	2단	3단
4(초습지)	40	57	100	-	63	85	-
7	43	67	92	116	53	78	107
10	42	64	88	116	50	75	105
12	40	55	75	107	48	70	100
13(습지)	40	55	75	-	48	70	-
19	40	55	75	103	46	70	98
32	40	55	70	91	43	58	78

## 5) 시간당 작업량 Q 산정

$$Q = \frac{60 \times q \times f \times E}{C_m} = \frac{60 \times 1.26 \times (1/1.3) \times 0.4}{1.87} = 12.4(m^3 / hr)$$

## 6) 작업일수 산정

$$\frac{12,000}{12.4(m^3 / hr) \times 8(h) \times 2(\text{대})} = 60.5 = 61(\text{일})$$

## 1. 시간당 작업량 - 리퍼

## ❖ 리퍼(Ripper) 작업량 산정

- 불도저에 유압리퍼 부착

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

Q : 시간당작업량(m<sup>3</sup>/hr)A<sub>n</sub> : 리핑유효단면적

l : 1사이클의리핑작업거리(m)

E : 리핑작업효율

C<sub>m</sub> : 1회사이클시간(min)

리퍼

배토판

[https://m.bobaedream.co.kr/board/bbs\\_view/truck/46470](https://m.bobaedream.co.kr/board/bbs_view/truck/46470)

## 1. 시간당 작업량 - 리퍼

### 1) 리핑(ripping)의 단면적 ( $A_n$ )

트랙터 규격 (ton)	1회당 리핑단면적 (m <sup>2</sup> )		
	1본	2본	3본
20	0.15	0.30	0.45
30	0.20	0.40	0.60

### 2) 토량환산계수

조 건	토량 환산 계수
원지반 토량으로 산정	$f = 1$
운반 토량으로 산정	$f = L$
다짐 토량으로 산정	$f = C$

## 1. 시간당 작업량 - 리퍼

3) 1회작업거리(  $l$  ) : 보통 10~50m

4) 사이클타임(  $C_m$  ) :  $C_m = 0.05 l + 0.25$

### 5) 작업효율 ( $E$ )

암질	날수	20 ton		30 ton	
		탄성파 속도 (m/sec)	E	탄성파 속도 (m/sec)	E
연질	3본	500	0.85	600	0.85
		700	0.65	800	0.65
		900	0.50	1000	0.45
중질	2본	700	0.80	900	0.70
		900	0.60	1200	0.50
		1200	0.40	1400	0.40
경질	1본	1000	0.70	1200	0.80
		1300	0.50	1500	0.50
		1600	0.30	1800	0.30

암질판단  
: 탄성파속도 측정

## 예제 2

39

30ton 불도저 1대에 리퍼 2개를 장착하여 리핑 작업을 한다. 리퍼 삽입 깊이 0.2m, 리퍼 파쇄폭 2.0m, 거리 50m, 탄성파속도가 1400m/sec인 중질암에서의 1일 리핑작업량은 얼마인가? 단, 1일 10시간 작업한다.

$$Q = \frac{60 \times A_n \times l \times f \times E}{C_m} = \frac{60 \times 0.4 \times 50 \times 1 \times 0.4}{0.05 \times 50 + 0.25} = 174.55 (\text{m}^3/\text{hr})$$

### 리핑 단면적

트랙터 규격 (ton)	1회당 리핑단면적 (m <sup>2</sup> )		
	1본	2본	3본
20	0.15	0.30	0.45
30	0.20	0.40	0.60

### 작업효율

암질	날수	20 ton		30 ton	
		탄성파 속도 (m/sec)	E	탄성파 속도 (m/sec)	E
연질	3본	500	0.85	600	0.85
		700	0.65	800	0.65
		900	0.50	1000	0.45
중질	2본	700	0.80	900	0.70
		900	0.60	1200	0.50
		1200	0.40	1400	0.40
경질	1본	1000	0.70	1200	0.80
		1300	0.50	1500	0.50
		1600	0.30	1800	0.30

- 1일 작업량 = 시간당 작업량 x 1일 작업시간 x 장비 대수  
= 174.55 x 10시간 x 1대 = 1746.5 m<sup>3</sup>/day

## 1. 시간당 작업량 - 스크레이퍼

40

### 1.2 Scraper 작업량 산정

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

$Q$  : 시간당 작업량 (m<sup>3</sup>/hr)

$q$  : 볼(bowl)의 적재량 (m<sup>3</sup>),  $q = q_0 \times K$

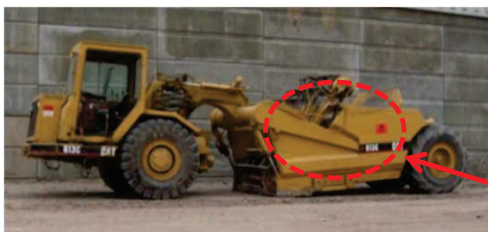
$q_0$  : 볼(bowl)의 용적(m<sup>3</sup>)

$k$  : 볼(bowl)의 적재계수

$f$  : 토량환산계수 (느슨한토량 기준)

$E$  : 작업효율

$C_m$  : 1회 사이클 시간 (min)



볼(bowl)

<https://blog.naver.com/jiyoungshim/10126012991>



## 1. 시간당 작업량 - 스크레이퍼

### 1) 토량 환산 계수

조건	토량환산계수
원지반토량으로 환산	$f = I / L$
운반토량으로 환산	$f = I$
다짐토량으로 환산	$f = C / L$

### 2) 볼(bowl) 적재계수 K

토질 상태	적재계수 k
조건이 좋은 보통토	1.13
조건이 좋은 모래, 보통토	1.00
역질토, 모래, 역이 섞인 점질토, 점토	0.90
조건이 좋은 점질토, 점토	0.90
조건이 나쁜 점질토, 점토, 암괴, 호박돌, 역	0.80

- ① 30cm 이상의 호박돌이 있을 때에는 사용하지 않는 것이 좋다.  
 ② 좋은 조건 : 적재함에 산적이 되고 공극(空隙)이 적은 경우  
 ③ 나쁜 조건 : 함수비가 극히 높고 적재된 토질이 덩어리가 되어 공극이 많은 경우

## 1. 시간당 작업량 - 스크레이퍼

### 3) 작업효율 E

현장 조건	E
작업현장이 넓으며 지형과 토질조건이 좋고 어느정도 모여 있으므로 작업이 순조롭게 될 때	0.85
작업현장이 넓으나 함수비로 토질의 변화가 일어나기 쉬운 때 등으로 작업이 보통으로 진행될 때	0.80
작업현장이 넓지 않고 다른 작업기계와의 교차가 많고 토질조건도 좋지 않으므로 작업이 순조롭지 못할 때	0.70
작업현장이 좁고 작업이 복잡할 때, 또는 토질조건이 나쁘므로 작업진행이 불량할 때	0.60

## 1. 시간당 작업량 - 스크레이퍼

### 4) 사이클타임

$$C_m = \frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} + t$$

$C_m$ : 1회 사이클 시간(min)

$L_1$ : 적재시 주행거리(m)

$L_2$ : 공차시 주행거리(m)

$V_1$ : 적재시 주행속도(m/min)

$V_2$ : 공차시 주행속도(m/min)

$t$ : 심기, 사토, 기어변속시간

→ 푸시도저 사용 : 1.6분

→ 미사용 : 2.8분

#### ❖ 스크레이퍼 주행속도

도로상태	구분	적재시 주행속도 (m/min)	공차시 주행속도 (m/min)
노면이 단단하고 안전한 도로로서 주행시 타이어가 노면에 침투되지 않고 살수 등으로 유지된 도로		400	600
노면상태가 별로 좋지 않고 주행시 타이어가 노면에 약간 침투되며 살수된 도로		300	400
노면상태가 잘 정비되어 있지 않으므로 다소 정비는 하나 주행시 타이어가 노면에 약간 침투되는 도로		200	300
노면이 차량에 의하여 울퉁불퉁하여졌고 잘 정비되어 있지 않아 주행시 타이어가 노면에 심하게 침투되는 도로		150	200
흐트러진 모래 또는 자갈		100	150
노면이 극히 불량한 상태		80	100

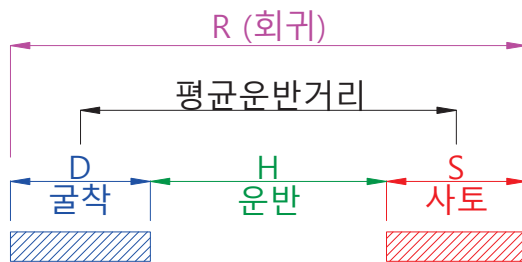
## 1. 시간당 작업량 - 스크레이퍼

### ❖ 피견인 스크레이퍼 사이클 타임

$$C_m = \frac{D}{V_d} + \frac{H}{V_h} + \frac{S}{V_s} + \frac{R}{V_r} + t$$

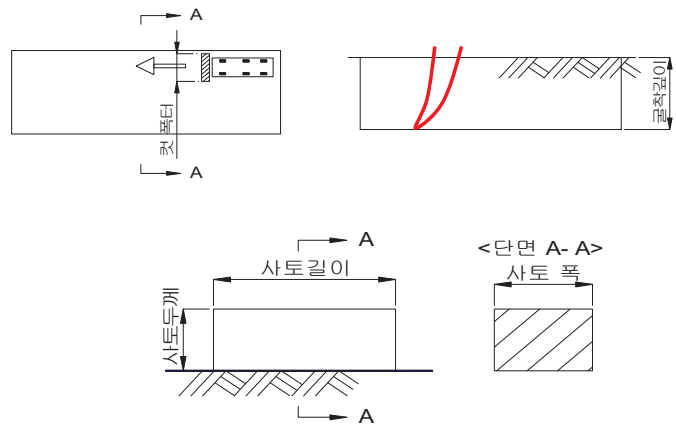
굴착시간    운반시간    사토시간    회귀시간

-  $t$  = 기어변속시간(0.25분)



굴착거리  $D = \frac{\text{볼(bowl) 유효용적}}{\text{굴착깊이} \times \text{컷터 폭}}$

사토거리  $S = \frac{\text{유효 적재량(토량)}}{\text{사토두께} \times \text{사토폭}}$



### 예제 3

45

11.5m³ 용량의 모터스크레이퍼를 가지고 토질은 조건이 좋은 보통토, 평균주행거리 800m, 현장조건이 양호한 상태에서 작업하는 경우의 원지반 상태의 시간당 작업량을 구하라.  
단, 주행속도는 적재시 300m/min, 공차시 400m/min 이고, 푸쉬도저를 사용한다.

#### 1) 볼의 유효 용량 산정

$$\begin{aligned} q &= q_0 \times k \\ &= 11.5\text{m}^3 \times 1.13 \\ &= 13.00\text{m}^3 \end{aligned}$$

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

- 적재계수 K=1.13

토질 상태	적재계수 k
조건이 좋은 보통토	1.13
조건이 좋은 모래, 보통토	1.00
역질토, 모래, 역이섞인 점질토, 점토	0.90
조건이 좋은 점질토, 점토	0.90
조건이 나쁜 점질토, 점토, 암괴, 호박돌, 역	0.80

#### 2) 토량환산계수

$$f = 1/L = 1/1.1=0.91$$

원지반 상태의 시간당 작업량이므로  
원지반토량으로 환산

#### 3) 작업효율 E = 0.85

현장조건이 양호한 상태로 작업

현장 조건	E
작업현장이 넓으며 지형과 토질조건이 좋고 어느정도 모여 있으므로 작업이 순조롭게 될 때	0.85
작업현장이 넓으나 함수비로 토질의 변화가 일어나기 쉬운 때 등으로 작업이 보통으로 진행될 때	0.80
작업현장이 넓지 않고 다른 작업기계와의 교차가 많고 토질조건도 좋지 않으므로 작업이 순조롭지 못할 때	0.70
작업현장이 좁고 작업이 복잡할 때, 또는 토질조건이 나쁘므로 작업진행이 불량할 때	0.60

#### 4) 사이클타임 Cm

주행거리 L=800m, 적재시 주행속도 V1 = 300m/min, 공차시 주행속도 V2=400m/min  
실기,사토,기어변속시간 = 1.6분(푸쉬도저 사용)

$$C_m = \frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} + t = \frac{800}{300} + \frac{800}{400} + 1.6 = 6.27 \text{ min}$$

46

## 4) 시간당 작업량 Q 산정

$$Q = \frac{60 \times q \times f \times E}{C_m} = \frac{60 \times 13.0 \times 0.91 \times 0.85}{6.27}$$

$$= 96.22 \text{ m}^3 / \text{min}$$

## 예제 4

트랙터에 견인된 스크레이퍼의 1일당 작업량 Q를 구하시오.

[ 조건 ]

- 굴착 신기 속도  $V_1 = 40\text{m/min}$
- 운반 속도  $V_2 = 75\text{m/min}$
- 사토 속도  $V_3 = 54\text{m/min}$
- 회귀 속도  $V_4 = 75\text{m/min}$
- 기어 변경 속도  $t = 0.25\text{min}$
- 작업 효율  $E = 0.80$
- 평균운반거리 = 100m

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

- 볼(bowl) 용적 : 11.5m<sup>3</sup>
- 컷터폭 : 2.68m
- 굴착 깊이 : 0.3m
- 보울 적재 재수(K) : 0.8
- 사토 두께 : 0.2m
- 사토 폭 : 250m
- 1일 작업시간 : 6시간

1) 사이클타임 C<sub>m</sub>

$$C_m = \frac{D}{V_d} + \frac{H}{V_h} + \frac{S}{V_s} + \frac{R}{V_r} + t$$

$$\text{- 볼의 유효용적} = q_0 \times k = 11.5 \times 0.8 = 9.2 \text{ m}^3$$

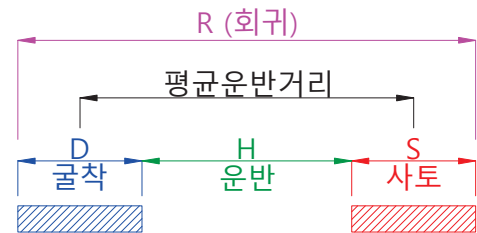
$$\text{굴착거리 } D = \frac{\text{볼(bowl) 유효용적}}{\text{굴착깊이} \times \text{컷터 폭}} = \frac{9.2}{0.3 \times 2.68} = 11.4\text{m}$$

$$\text{사토거리 } S = \frac{\text{적재 유효량}}{\text{사토두께} \times \text{사토평}} = \frac{9.2}{0.2 \times 2.5} = 18.4\text{m}$$

$$\text{운반거리 } H = \text{사토장까지의 거리} - \text{굴착거리} = 100 - [(11.4+18.4)/2] = 85.1\text{m}$$

$$\text{회귀거리 } R = \text{사토장까지의 거리} + \text{사토거리} = 100 + [(11.4+18.4)/2] = 114.9\text{m}$$

$$\begin{aligned} C_m &= \frac{D}{V_d} + \frac{H}{V_h} + \frac{S}{V_s} + \frac{R}{V_r} + t \\ &= \frac{11.4}{40} + \frac{85.1}{75} + \frac{18.4}{54} + \frac{114.6}{75} + 0.25 \\ &= 3.54 \text{ min} \end{aligned}$$



## 2) 시간당 작업량 Q 산정

$$\begin{aligned} Q &= \frac{60 \times q \times f \times E}{C_m} = \frac{60 \times 9.2 \times 1.0 \times 0.8}{3.54} \\ &= 124.75 \text{ m}^3 / \text{min} \end{aligned}$$

## 3) 1일 작업량 산정

$$\begin{aligned} \text{1일 작업량} &= \text{시간당작업량} \times \text{1일 작업시간} \times \text{장비 대수} \\ &= 124.75 \times 6\text{시간} \times 1\text{대} = 748.5 \text{ m}^3/\text{day} \end{aligned}$$

## 예제 5

51

도로공사 토공 구간에서 스크레이퍼를 이용하여 사토할 경우 1회 사토시간을 구하시오.

- 스크레이퍼의 1회 적재량 : 13.0m³
- 토질조건 : 조건이 좋은 점질토
- 사토 속도 : 30m/min, 사토 두께 : 0.3m, 사토폭 : 2.5m

- 적재계수 K=0.90

토질 상태	적재계수 k
조건이 좋은 보통토	1.13
조건이 좋은 모래, 보통토	1.00
역질토, 모래, 역이 섞인 점질토, 점토	0.90
조건이 좋은 점질토, 점토	0.90
조건이 나쁜 점질토, 점토, 암괴, 호박돌, 역	0.80

$$\text{사토거리 } S = \frac{\text{적재 유효량}}{\text{사토두께} \times \text{사토폭}} = \frac{13.0 \times 0.9}{0.3 \times 2.5} = 15.6\text{m}$$

$$\text{사토시간} = \frac{\text{사토거리}}{\text{사토속도}} = \frac{15.6}{30} = 0.52 \text{ 분}$$

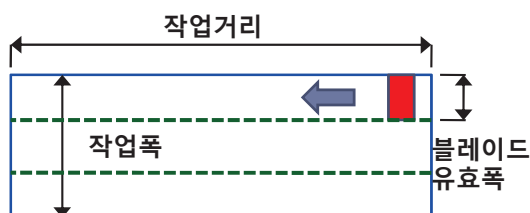
## 1. 시간당 작업량 - 그레이더

### 1.3 그레이더(Grader) 시간당 작업량

$$\text{평균작업속도} = \frac{n_1 V_1 + n_2 V_2 + \dots + n_r V_r}{n_1 + n_2 + \dots + n_r}$$

$$\text{소요작업시간 } T = (\text{통과횟수}) \times \frac{(\text{주행구간거리})}{(\text{평균작업속도}) \times (\text{작업효율})} = N \times \frac{D}{V \cdot E}$$

$$\text{통과 필요횟수}(N) = \frac{\text{작업 폭}}{\text{블레이드 유효폭}}$$



<https://blog.naver.com/gurkshrk/221468618262>

V : 평균작업속도 (km/hr)

T : 소요작업시간 (hr)

$V_1, V_2 \dots V_i$  : 1단, 2단 ... i단의 각 속도 (km/hr)

$n_1, n_2 \dots n_i$  : 1단, 2단 ... i단의 각 주행 (고르기) 횟수

E : 작업효율

D : 주행구간거리 (편도, m)

52



# 1. 시간당 작업량 - 그레이더

53

## ❖ 1시간당 작업토공량

$$Q = \frac{60 \times l \times D \times H \times f \times E}{C_m}$$

$H$ : 굴착깊이 또는 정지두께(m)  
 $D$ : 주행구간거리, 작업거리(편도, m)  
 $l$ : 블레이드의 유효길이(m)  
 $f$ : 토량환산계수  
 $E$ : 작업효율  
 $C_m$ : 1회 사이클 타임 (min)

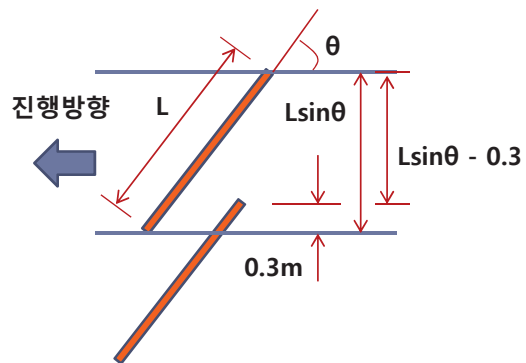
# 1. 시간당 작업량 - 그레이더

54

## - 블레이드(Blade) 유효길이

$$l = L \sin \theta - B$$

$L$ : 블레이드의 길이(m)  
 $\theta$ : 작업각도, 작업추진방향과 블레이드 각도  
 $B$ : 작업시 중복작업되는 길이=0.3m



작업종류	작업각도( $\theta$ ) (도)	모터 그레이더 블레이드 길이		
		대형(3.7m)	중형(3.1m)	소형(2.5m)
단단한 토질의 깎기	45	2.3	1.9	1.5
부드러운 토질의 깎기	55	2.7	2.2	1.7
흙밀기 · 제설	60	2.9	2.4	1.9
마무리	90	3.4	2.8	2.2

## 1. 시간당 작업량 - 그레이더

### - 작업효율 E

작업종류	현장조건		
	양호	보통	불량
토사도의 보수 및 정지 등	0.8	0.7	0.6
흙고르기 등	0.7	0.6	0.5

- ① **양호** : 작업현장이 넓고 지형 및 토질상태 기타 작업을 위한 여건이 좋아서 기대하는 작업속도를 충분히 얻을 수 있을 때
- ② **보통** : 작업현장이 작업에 지장을 주지 않을 정도의 넓이로서 작업속도에 영향을 주는 장애물이 없을 때
- ③ **불량** : 작업현장이 좁고 지형 및 토질상태가 작업속도에 영향을 주는 장애물이 있을 때

## 1. 시간당 작업량 - 그레이더

### - 사이클 타임 (C<sub>m</sub>)

- ① 방향변환 또는 블레이드를 선회하여 왕복 작업시

$$C_m = 0.06 \times \frac{D}{V_1} + t$$

- ② 전진작업만을 하고 후진으로 되돌아 올 때 (편도 작업)

$$C_m = 0.06 \times \left( \frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} \right) + 2t$$

D : 작업거리 또는 되돌아오는 거리(편도,m)

V<sub>1</sub> : 작업속도 (km/hr)

V<sub>2</sub> : 후진 또는 회행속도(km/hr)

t : 방향변환 또는 블레이드 선회 및 기어변속에 소요되는 시간(min)

## 1. 시간당 작업량 - 그레이더

❖ 모터그레이드 작업속도  $V_1, V_2(\text{km/hr})$

작업종류 \ 속도 현장조건	작업			후진			회송		
	양호	보통	불량	양호	보통	불량	양호	보통	불량
자갈길, 토사도보수	10	7	4	9	6.5	4	24	18	12
측구굴착	4	3	2						
비탈면의 마무리	3	2.5	2						
광장의 흙고르기	8	6	4						
각종 마무리	8	6	4						
흙의 혼합	10	7	4						
제설	10	8	6						

### ① 작업 및 후진속도 현장조건

- ㉗ 양호 : 작업현장이 넓고 토질조건이 좋아서 목적대로 순조롭게 작업이 진행될 때
- ㉘ 보통 : 작업현장이 작업에 지장을 주지 않을 정도로 넓고 토질조건이 고르지 않아서 작업속도에 약간의 변동이 있을 때
- ㉙ 불량 : 작업현장이 협소하고 토질조건이 불량하여 작업속도에 영향을 가져올 때

### ② 회송속도 현장조건

- ㉗ 양호 : 2차선 이상으로 완전한 포장도로 또는 노면이 좋은 토사도인 경우
- ㉘ 보통 : 2차선 미만이나 교차가 가능하고 노면보수가 좋은 도로인 경우
- ㉙ 불량 : 작업현장내의 도로 또는 노면보수가 불량한 경우

토질조건 : 토질상태, 지형,  
교통량, 함수비 등

## 1. 시간당 작업량 - 그레이더

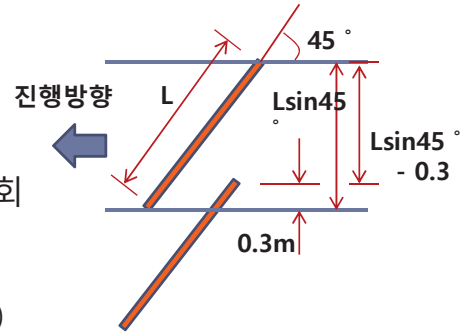
❖ 방향변환, 블레이드 선회, 기어변속에 소요되는 시간  $t$  값(min)

작업종류	T (분)
작업거리가 비교적 짧은 경우	2.5
도로보수 등	1.5
흙고르기	0.5

### 예제 6

폭 5.5m의 자갈길 2km를 모터그레이더(블레이드 길이 3.7m)로 보수할 때 작업 시간을 구하시오. (단, 작업 속도 6km/hr, 작업효율 0.75, 블레이드 작업각도는 45°, 작업이 중복되는 폭 0.3m이다.)

- 블레이드의 유효길이  
 $= \text{블레이드의 길이} \times \sin\theta - \text{작업의 중복폭}$   
 $= 3.7 \times \sin 45^\circ - 0.3 = 2.32(\text{m})$
- 통과 필요횟수  $= \frac{\text{작업지역폭}}{\text{블레이드 유효폭}} = \frac{5.5}{2.32} = 2.37 = 3\text{회}$
- 작업시간  $= \text{통과횟수} \times \frac{\text{작업거리(km)}}{\text{주행속도(km/hr)} \times \text{효율}}$   
 $= 3 \times \frac{2(\text{km})}{6(\text{km/hr}) \times 0.75} = 1.33(\text{hr})$



### 예제 7

20km 구간의 도로 보수 작업에서 그레이더 작업을 하루에 완료하고자 한다. 첫 번째에는 1회 통과 2단 기어(5.4km/hr), 두 번째 2회 통과 3단 기어(9km/hr), 세 번째 2회 통과 4단 기어(13.1km/h)로 한다면 몇 대의 그레이더가 필요한가? (단, 1일 작업시간 8시간, 작업 효율 E=0.7이다.)

- 총통과 횟수  $= 1 + 2 + 2 = 5 (\text{회})$
- 평균작업속도  $= \frac{n_1 V_1 + n_2 V_2 + \dots + n_r V_r}{n_1 + n_2 + \dots + n_r} = \frac{(1 \times 5.4) + (2 \times 9) + (2 \times 13.1)}{1 + 2 + 2} = 9.92(\text{km/hr})$
- 작업시간  $= \text{통과횟수} \times \frac{\text{작업거리(km)}}{\text{주행속도(km/hr)} \times \text{효율}} = 5 \times \frac{20}{9.92 \times 0.7} = 14.4(\text{hr})$
- 소요대수(N)  $= \frac{\text{총 소요작업시간}}{\text{1대의 작업시간}} = \frac{14.4}{8} = 1.8 = 2\text{대}$

## 예제 8

61

Blade 길이 3.7m인 모터 그레이더 1대를 사용하여 부드러운 토질의 표토 깎기작업을 시행할 때 편도 작업거리 80m, 전진 작업 속도 12km/h, 후진 작업 속도 20km/h, 굴착 깊이 0.2m로 하면 시간당 작업량은 얼마인가?  
(단,  $f=0.75$ , 기어 변속 시간은 1.5분, 작업조건은 불량하다.)

- 블레이드의 유효길이  
= 블레이드의 길이  $\times \sin\theta$  - 작업의 중복폭 =  $3.7 \times \sin 55^\circ - 0.3 = 2.7(\text{m})$
- 블레이드의 작업각도 = 부드러운 토질의 표토 깎기 작업 = 55도

작업종류	작업각도( $\theta$ ) (도)	모터 그레이더 블레이드 길이		
		대형(3.7m)	중형(3.1m)	소형(2.5m)
단단한 토질의 깎기	45	2.3	1.9	1.5
부드러운 토질의 깎기	55	2.7	2.2	1.7
흙밀기 · 제설	60	2.9	2.4	1.9
마무리	90	3.4	2.8	2.2

62

- 작업효율  $E$  = 표토 깎기 작업이고 현장조건이 불량 = 0.6
- 사이클 타임( $C_m$ ) : 편도작업, 전진속도  $V_1=12\text{km/hr}$ , 후진속도  $V_2=20\text{km/hr}$

$$C_m = 0.06 \times \left( \frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} \right) + 2t = 0.06 \times \left( \frac{80}{12} + \frac{80}{20} \right) + (2 \times 1.5) = 3.64(\text{min})$$

- 그레이더의 시간당 작업량( $Q$ )

$$Q = \frac{60 \times I \times D \times H \times f \times E}{C_m} = \frac{60 \times 2.7 \times 80 \times 0.2 \times 0.75 \times 0.6}{3.64} = 320.44(\text{m}^3 / \text{hr})$$

작업종류	현장조건		
	양호	보통	불량
토사도의 보수	0.8	0.7	0.6
및 정지 등	0.7	0.6	0.5
흙고르기 등			

작업종류	T (분)
작업거리가 비교적 짧은 경우	2.5
도로보수 등	1.5
흙고르기	0.5