

# 土量計算の考え方

## (1) 土量の変化率

- 土は一般に、「地山の土量」(自然状態のままの土)、「ほぐした土量」(掘削したままの土)、「締め固めた土量」(締め固めた盛土の土)等それぞれの状態でその体積が変化し、異なる。  
(→通常、ほぐすと体積が増え、締め固めると体積が小さくなる。)
- これらの状態の土量を、地山の状態の土量を1.0とした時の体積比で表したものを「土量の変化率」という。
- 土量の変化率は、地山土量を基準として地山の変化率を「1」、ほぐした土量の変化率を「L」、締め固めた土量の変化率を「C」で表す。

### ●土の3つの状態と土量の変化率

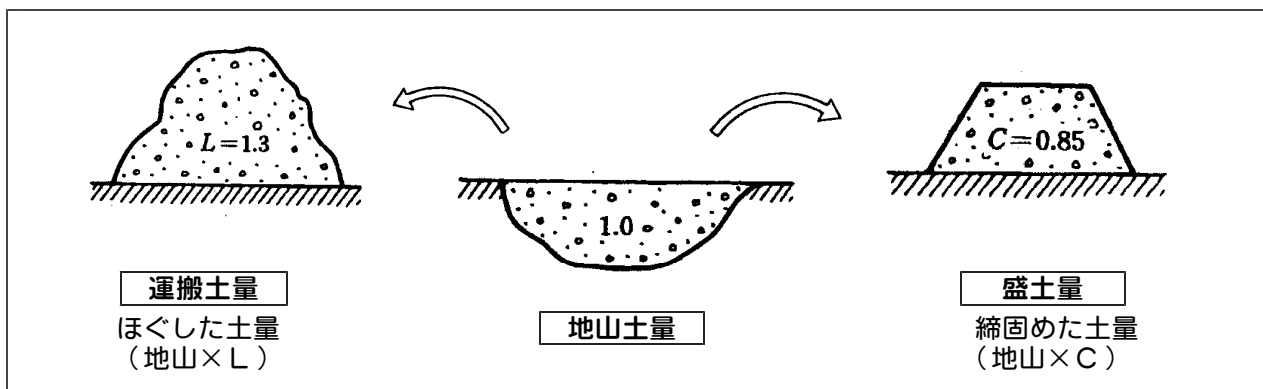
#### 土の3つの状態

- ①地山土量——掘削すべき土量 (地山にあるがままの土量) —— 

切土量
掘削土量
- ②ほぐした土量— 運搬すべき土量 (掘削され、ほぐされた土量) —— 

運搬土量
------
- ③締め固めた土量— 目標とする盛土量(盛土され、締め固められた土量) —— 

盛土量
-----



## ●土量変化率の一般的性質

①地山を切土してほぐした土量は、必ず地山の土量1.0よりも多くなる。

(例) 砂質土：L=1.1~2.0      粘性土：L=1.2~1.45      中硬岩：L=1.50~1.70

②地山を切土してほぐして(運搬して)盛土をした場合、一般に盛土量は地山土量1.0よりも少なくなる。

(例) 砂質土：C=0.85~0.95      粘性土：C=0.85~0.95

\*岩又は礫混り土の場合には、地山の土量よりも多くなることもある。

中硬岩：C=1.20~1.40      固結した礫質土：C=1.10~1.30

③地山をほぐした場合の変化率Lは、土質やほぐした状態によって大きく異なる。

(例) 砂質土：L=1.1~1.2      中硬岩：L=1.50~1.70      硬岩：L=1.65~2.0

\*これは、岩が切土(破碎)をすることで極めて大きな空隙を生ずるためである。

### 土質別に異なる土量変化率

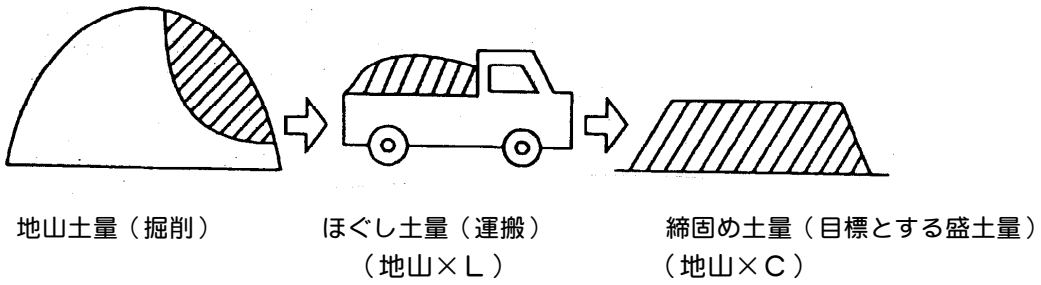
●「ほぐし率L」及び「締固め率C」の値は土質別に大きく異なる。

■土量変化率の一覧表(道路土工の場合)

名 称		L	C
岩 又 は 石	硬 岩	1.65~2.00	1.30~1.50
	中 硬 岩	1.50~1.70	1.20~1.40
	軟 岩	1.30~1.70	1.00~1.30
	岩塊・玉石	1.10~1.20	0.95~1.05
礫 混 り 土	礫	1.10~1.20	0.85~1.05
	礫 質 土	1.10~1.30	0.85~1.00
	固結した礫質土	1.25~1.45	1.10~1.30
砂	砂	1.10~1.20	0.85~0.95
	岩塊・玉石混り砂	1.15~1.20	0.90~1.00
普 通 土	砂 質 土	1.20~1.30	0.85~0.95
	岩塊・玉石混り砂質土	1.40~1.45	0.90~1.00
粘 性 土 など	粘 性 土	1.20~1.45	0.85~0.95
	礫混り粘性土	1.30~1.40	0.90~1.00
	岩塊・玉石混り粘性土	1.40~1.45	0.90~1.00

●土量変化率は、地山土量を基準にして「ほぐし率L」と「締固め率C」で求める。

**土量変化率の例**



1.0                      1.2                      0.8

※Lの値は一般に1より大きい。→つまり地山より体積が増える。  
 ※Cの値は一般に1より小さい。→つまり地山より少なくなる。

(ほぐし率L ルーズLoose: 緩めるの意)                      (締固め率C コンパクトCompact: 固めるの意)

$$L = \frac{\text{ほぐした土量}(m^3)}{\text{地山土量}(m^3)}$$

$$C = \frac{\text{締固めた土量}(m^3)}{\text{地山土量}(m^3)}$$

$$\text{地山土量}(m^3) = \frac{\text{ほぐした土量}(m^3)}{L}$$

$$\text{地山土量}(m^3) = \frac{\text{締固めた土量}(m^3)}{C}$$

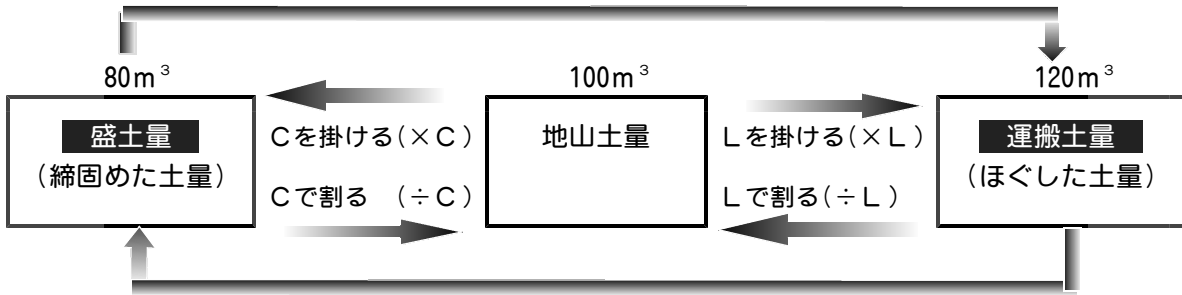
$$\text{ほぐし土量} = \text{地山土量} \times L$$

$$\text{締固め土量} = \text{地山土量} \times C$$

■ほぐし率L、締固め率Cの地山土量との関係

(例) 地山土量100m<sup>3</sup>、L=1.2、C=0.8とすると

$$L \text{ を掛け } C \text{ で割る } (\times L \div C) = (\times \frac{L}{C})$$



$$L \text{ で割り } C \text{ を掛ける } (\div L \times C) = (\times \frac{C}{L})$$

- 一般に変化率Lは土の「運搬計画」に、変化率Cは土の「配分計画」に用いられる。

変化率L	<ul style="list-style-type: none"> <li>●土の <b>運搬計画</b> を立てるときに用いる。</li> <li>●運搬機械の積載量は重量と容積の2つの制限を受ける。運搬する土の密度が大きいときには積載重量によって運搬量が定まり、土の密度が小さいときには積載容積によって運搬量が決まる。地山の密度と変化率Lおよびダンプトラックの規格がわかれば、ダンプトラックの運搬土量が算定できる。</li> <li>●事前に想定した変化率Lの値が、実際の施工時に大きくなった場合、掘削・運搬すべき土量は、当初計画したものより増加する。</li> <li>●変化率Lは、ほぐし土量の状態による差が出るため、比較的信頼度は低い。</li> </ul>
変化率C	<ul style="list-style-type: none"> <li>●土の <b>配分計画</b> を立てるときに用いる。</li> <li>●土工計画にとって特に重要な指数で、工事費算定の重要な要素である。</li> <li>●変化率が工事に大きな影響を及ぼす場合は、試験掘削や試験盛土を行って変化率を求めておけば土量の配分を正確に行うことができる。</li> <li>●変化率には掘削の運搬中の損失や基礎地盤の沈下による盛土量の増加は含まれない。</li> </ul>

### ■土量換算係数(f)

f=Soil Conversion Factor

- 土には、地山の状態、ほぐした状態(L)、締固めた状態(C)の3つの状態がある。
- 作業量Qを求める場合、計算に用いる基準作業量qも同じ土の状態に換算して計算する必要がある。これを **土量換算係数 f** といい、**土量換算係数 f** を用いて作業量Qを計算する。
- 土量換算係数は、「求める作業量Q」と算定に用いる「基準作業量q」が同一の状態にあれば **f = 1** となるが、異なる場合には **土量の換算** を行って算定する必要がある

求める作業量(Q) 基準作業量(q)	地山土量 地山の土量	運搬土量 ほぐした土量 (Loose)	盛土量 締固めた土量 (Compact)
地山土量 地山の土量	1	L	C
運搬土量 ほぐした土量 (Loose)	$\frac{1}{L}$	1	$\frac{C}{L}$
盛土量 締固めた土量 (Compaction)	$\frac{1}{C}$	$\frac{L}{C}$	1

\* 「求める作業量Q」は「変化後の土量」、「基準作業量q」は「元の土量」を示す。

〔練習問題1〕 土工に関する文章の  の(イ)～(ニ)に当てはまる適切な語句を、下記の語句から選び解答欄に記入しなさい。

- (1) 土量の変化率(L)は、 (イ) (m<sup>3</sup>) / 地山土量 (m<sup>3</sup>) で求められる。  
 (2) 土量の変化率(C)は、 (ロ) (m<sup>3</sup>) / 地山土量 (m<sup>3</sup>) で求められる。  
 (3) 土量の変化率(L)は、土の  (ハ) 計画の立案に用いられる。  
 (4) 土量の変化率(C)は、土の  (ニ) 計画の立案に用いられる。

〔語句〕 補正土量、配分、累加土量、保全、運搬、  
 掘削土量、資材、ほぐした土量、  
 締め固めた土量、安全、労務、残土量

(2級H27年度実地改題)

●一練習問題1 解 説

$$L = \frac{\text{ほぐした土量(m}^3\text{)}}{\text{地山土量(m}^3\text{)}} \quad \text{(ほぐし率)}$$

$$C = \frac{\text{締め固めた土量(m}^3\text{)}}{\text{地山土量(m}^3\text{)}} \quad \text{(締め固め率)}$$

- ・変化率Lは、ほぐした土量を地山土量で割った値で、土の運搬計画の立案に用いられる。
- ・変化率Cは、締め固めた土量を地山土量で割った値で、土の配分計画の立案に用いられる。

〈解答〉

(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
ほぐした土量	締め固めた土量	運 搬	配 分

〔練習問題2〕 土工作业における土量の変化率に関する次の記述のうち、**適当でないもの**はどれか。

- (1) 土量の変化率Lは、地山土量をほぐした土量で除したものであり、土の運搬計画を立てるときに用いられる。
- (2) 土量の変化率Cは、締め固めた土量を地山の土量で除したものであり、土の配分計画を立てるときに必要である。
- (3) 土量の変化率Cは、その工事に大きな影響を及ぼす場合、試験施工によってその値を求めることが望ましい。
- (4) 岩石の変化率は、測定そのものが難しいために、施工実績を参考にして計画し、実態に応じて変更していくことが望ましい。

●—練習問題2 解 説

$$\text{(ほぐし率)} \\ L = \frac{\text{ほぐした土量(m}^3\text{)}}{\text{地山土量(m}^3\text{)}}$$

$$\text{(締め固め率)} \\ C = \frac{\text{締め固めた土量(m}^3\text{)}}{\text{地山土量(m}^3\text{)}}$$

- (1) 不適當である。変化率Lは、ほぐした土量を地山土量で割った値であり、土の運搬計画を立てるときに用いられる。
- (2) 適當である。変化率Cは、締め固めた土量を地山土量で割った値であり、土の配分計画を立てるときに用いられる。
- (3) 適當である。変化率Cは、地山の土質性状や盛土の締め固め度により変化する。したがって、大規模土工等に変化率が工事に大きな影響を及ぼす場合は、試験施工等を行い、実際の変化率を求めておく。
- (4) 適當である。岩石の変化率は、地山状態における岩塊の状態や成層状態により大きく変化する。したがって、類似現場の実績を参考に計画し、実情に応じて見直しをすることが必要となる。

〈解答〉

1

## (2) 土量の計算 重要ポイント

$$\text{求める土量} = \frac{\text{求める土の土量変化率}}{\text{基準の土の土量変化率}} \times \text{基準の土量}$$

土量が「地山土量」(＝掘削土量・切土量)の場合 → 土量変化率は「1」  
 土量が「ほぐした土量」(＝運搬土量)の場合 → 土量変化率は「L」  
 土量が「締固めた土量」(＝盛土量)の場合 → 土量変化率は「C」

〔練習問題3〕 土工に関する文章の  に当てはまる適切な数値を、下記の数値から選び解答欄に記入しなさい。

300m<sup>3</sup>の地山土量を掘削し、運搬して締め固めると  m<sup>3</sup> となる。  
 ただし、L = 1.2、C = 0.8 とし、運搬ロスはないものとする。

[数値] 200、 250、 240

(2級H27年度実地改題)

### ●—練習問題3 解説

$$\text{求める土量} = \frac{\text{求める土の土量変化率}}{\text{基準の土の土量変化率}} \times \text{基準の土量}$$

土量が「地山土量」の場合、土量変化率は「1」	掘削土量(切土量)＝地山土量
土量が「ほぐした土量」の場合、土量変化率は「L」	ほぐした土量＝運搬土量
土量が「締固めた土量」の場合、土量変化率は「C」	締固めた土量＝盛土量

〔求める土量は、締固めた土量(＝盛土量)〕

$$\text{締固めた土量} = \frac{C(\text{締固めた土量の変化率})}{1(\text{地山の土量変化率})} \times \text{地山土量} = \frac{0.8}{1} \times 300 = \underline{240 \text{ m}^3}$$

〈解答〉

240

〔練習問題4〕土量の変化率L=1.2、C=0.8とすると、次の土量を求めなさい。

- (1) 地山土量200m<sup>3</sup>の運搬土量は  m<sup>3</sup>  
 (2) 地山土量200m<sup>3</sup>の盛土量は  m<sup>3</sup>  
 (3) 運搬土量600m<sup>3</sup>の地山土量は  m<sup>3</sup>  
 (4) 運搬土量3,000m<sup>3</sup>の盛土量は  m<sup>3</sup>  
 (5) 盛土量1,000m<sup>3</sup>の地山土量は  m<sup>3</sup>  
 (6) 盛土量3,000m<sup>3</sup>の運搬土量は  m<sup>3</sup>

●一練習問題4 解説

$$\text{求める土量} = \frac{\text{求める土の土量変化率}}{\text{基準の土の土量変化率}} \times \text{基準の土量}$$

土量が「地山土量」の場合、土量変化率は「1」                      掘削土量（切土量）＝地山土量  
 土量が「ほぐした土量」の場合、土量変化率は「L」                  ほぐした土量                      ＝運搬土量  
 土量が「締固めた土量」の場合、土量変化率は「C」                  締固めた土量                      ＝盛土量

(1)〔運搬土量（ほぐし土量）を求める〕

$$\text{運搬土量} = \frac{L(\text{ほぐした土量の変化率})}{1(\text{地山の土量変化率})} \times \text{地山土量} = \frac{1.2}{1} \times 200 = \underline{240 \text{ m}^3}$$

(2)〔盛土量（締固めた土量）を求める〕

$$\text{盛土量} = \frac{C(\text{締固めた土量の変化率})}{1(\text{地山の土量変化率})} \times \text{地山土量} = \frac{0.8}{1} \times 200 = \underline{160 \text{ m}^3}$$

(3)〔地山土量（掘削土量）を求める〕

$$\text{地山土量} = \frac{1(\text{地山の土量変化率})}{L(\text{ほぐした土量の変化率})} \times \text{運搬土量} = \frac{1}{1.2} \times 600 = \underline{500 \text{ m}^3}$$

(4)〔盛土量（締固めた土量）を求める〕

$$\text{盛土量} = \frac{C(\text{締固めた土量の変化率})}{L(\text{ほぐした土量の変化率})} \times \text{運搬土量} = \frac{0.8}{1.2} \times 3,000 = \underline{2,000 \text{ m}^3}$$

(5)〔地山土量（掘削土量）を求める〕

$$\text{地山土量} = \frac{1(\text{地山の土量変化率})}{C(\text{締固めた土量の変化率})} \times \text{盛土量} = \frac{1}{0.8} \times 1,000 = \underline{1,250 \text{ m}^3}$$

(6)〔運搬土量（ほぐし土量）を求める〕

$$\text{運搬土量} = \frac{L(\text{ほぐした土量の変化率})}{C(\text{締固めた土量の変化率})} \times \text{盛土量} = \frac{1.2}{0.8} \times 3,000 = \underline{4,500 \text{ m}^3}$$

解答欄

①	②	③	④	⑤	⑥
240	160	500	2,000	1,250	4,500



〔練習問題5〕 土量の変化率に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

$$\text{ただし、土量の変化率を } L = 1.25 = \frac{\text{ほぐした土量}}{\text{地山の土量}}$$

$$C = 0.80 = \frac{\text{締固めた土量}}{\text{地山の土量}} \quad \text{とする。}$$

- (1)  $100\text{m}^3$ の地山土量をほぐして運搬する土量は、 $156\text{m}^3$ である。
- (2)  $100\text{m}^3$ の盛土に必要な地山の土量は $125\text{m}^3$ である。
- (3)  $100\text{m}^3$ の盛土に必要な運搬土量は $125\text{m}^3$ である。
- (4)  $100\text{m}^3$ の地山土量を掘削運搬して締め固めると $64\text{m}^3$ である。

(2級H21年度)

### ●一練習問題5 解説

$$\text{求める土量} = \frac{\text{求める土の土量変化率}}{\text{基準の土の土量変化率}} \times \text{基準の土量}$$

土量が「地山土量」の場合、土量変化率は「1」

掘削土量(切土量) = 地山土量

土量が「ほぐした土量」の場合、土量変化率は「L」

ほぐした土量 = 運搬土量

土量が「締固めた土量」の場合、土量変化率は「C」

締固めた土量 = 盛土量

(1)〔運搬土量(ほぐした土量)を求める〕

$$\text{運搬土量} = \frac{L(\text{ほぐした土量の変化率})}{1(\text{地山の土量変化率})} \times \text{地山土量} = \frac{1.25}{1} \times 100 = \underline{125\text{ m}^3}$$

(2)〔地山土量(掘削土量)を求める〕

$$\text{地山土量} = \frac{1(\text{地山の土量変化率})}{C(\text{締固めた土量の変化率})} \times \text{盛土量} = \frac{1}{0.8} \times 100 = \underline{125\text{ m}^3}$$

(3)〔運搬土量(ほぐし土量)を求める〕

$$\text{運搬土量} = \frac{L(\text{ほぐした土量の変化率})}{C(\text{締固めた土量の変化率})} \times \text{盛土量} = \frac{1.25}{0.8} \times 100 = \underline{156.25\text{ m}^3}$$

(4)〔締固め土量(盛土量)を求める〕

$$\text{締固めた土量} = \frac{C(\text{締固めた土量の変化率})}{1(\text{地山の土量変化率})} \times \text{地山土量} = \frac{0.8}{1} \times 100 = \underline{80\text{ m}^3}$$

したがって、(2)が正しい。

〈解答〉

2

〔練習問題6〕 切土7,000m<sup>3</sup>(地山土量)のうち、盛土に4,000m<sup>3</sup>(締固め土量)を流用し、残土をダンプトラックで仮置き場所に搬出する土木工事に関して、下記の□に当てはまる適切な数値を求めなさい。

ただし、土量変化率は、L=1.20、C=0.80とする。

また、ダンプトラックの積込み土量は5 m<sup>3</sup>(ほぐし土量)とする。

- (1) 切土のほぐし土量は、□(イ) m<sup>3</sup>である。
- (2) 盛土の地山土量は、□(ロ) m<sup>3</sup>である。
- (3) 盛土のほぐし土量は、□(ハ) m<sup>3</sup>である。
- (4) 残土を仮置き場所に運搬する運搬土量は、□(ニ) m<sup>3</sup>である。
- (5) 残土を仮置き場所に運搬する場合のダンプトラックの延べ運搬台数は□(ホ)台である。

(2級H22年度実地)

### ●一練習問題6 解説

(1) 切土700m<sup>3</sup>(地山土量)を盛土として流用する場合の運搬土量(ほぐした土量)を求める。

$$\text{運搬土量} = \frac{L(\text{ほぐした土量の変化率})}{1(\text{地山の土量変化率})} \times \text{地山土量} = \frac{1.2}{1} \times 7,000 = \underline{8,400 \text{ m}^3}$$

(2) 盛土4,000m<sup>3</sup>(締固め土量)を土取場から流用する場合の地山土量を求める。

$$\text{地山土量} = \frac{1(\text{地山の土量変化率})}{C(\text{締固めた土量の変化率})} \times \text{盛土量} = \frac{1}{0.8} \times 4,000 = \underline{5,000 \text{ m}^3}$$

(3) 盛土4,000m<sup>3</sup>(締固め土量)の運搬土量(ほぐし土量)を求める。

$$\text{運搬土量} = \frac{L(\text{ほぐした土量の変化率})}{C(\text{締固めた土量の変化率})} \times \text{盛土量} = \frac{1.2}{0.8} \times 4,000 = \underline{6,000 \text{ m}^3}$$

(4) 切土から盛土に流用した後の残土を、ほぐし土量(運搬土量)で求める。

$$8,400 - 6,000 = \underline{2,400 \text{ m}^3}$$

(5) ダンプトラック1台当たりの積込み土量は5 m<sup>3</sup>/台であるから、ダンプの台数は

$$2,400 \text{ m}^3 \div 5 \text{ m}^3/\text{台} = \underline{480 \text{ 台}} \text{ となる。}$$

〈解答〉

(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
8,400	5,000	6,000	2,400	480