

3. 5 施工方法

建設工事における土砂等の運搬方法には、工事条件により様々な形態があるが、ダンプトラックは運搬車両として広く一般的に使われている。その主力は2デフ仕様の普通ダンプトラック10t、11t車で、悪路でも走破性がよく、公道・場内運搬共によく利用されている。

場内専用の重ダンプトラックでは、従来のリジッドダンプトラックに加え、悪路走行に強いアーティキュレートダンプトラックも普及してきている。また、軟弱地等では、不整地運搬車もよく利用されている。

ダンプトラック等による運搬には、その運搬経路と道路構造が運搬効率に大きく影響する。従って、土砂等の運搬をより早く、安く行うには、最適な土量配分計画とそれに基づいた運搬路設計が重要となる。

3. 5. 1 機種選定

運搬機械は図3-1に示す機種のうち、運搬する土質、運搬区間の地盤、勾配、距離に適合した機種を選定する。また、走路造成費を考慮した経済性の比較も必要である。

(1) 運搬距離

図3-84は、機種別の運搬距離とコスト(運搬単価)の関係を示したコストカーブである。機種毎のコストカーブの交点が比較すべき機種間の経済性の分岐点となる。つまり、機種毎の経済的適用範囲を示しているグラフである。図は一般的な目安なので、正確には現場によって土質条件や機種毎に稼動時間の違いが生じ、分岐点が変わってくるので、適用現場毎のコストカーブを作成してみる必要がある。

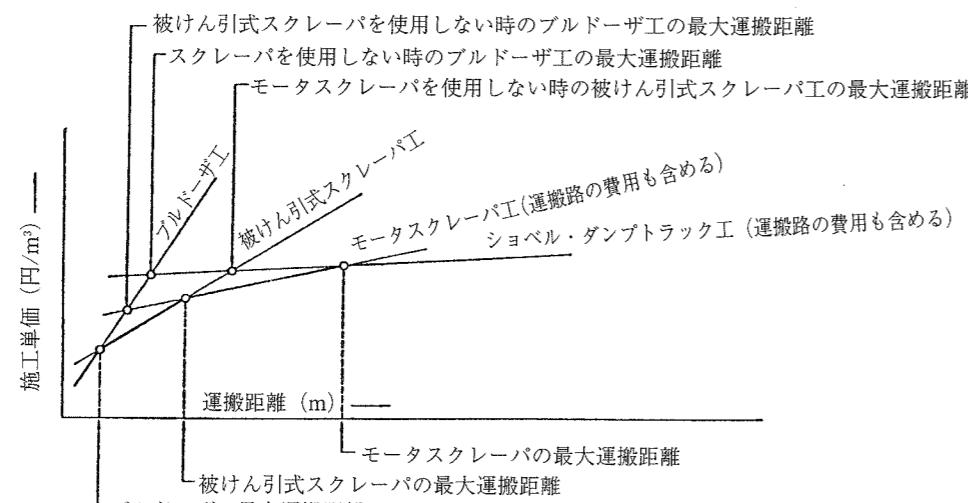


図3-84 コストカーブ(運搬距離とコストの関係)

(2) 土質・地形

軟弱地や急峻な地形では、トラフィカビリティ、けん引力、ブレーキ性能の検討が必要である。従って、検討している機種毎に後述するけん引力曲線(リンプルカーブ)やブレーキ性能曲線の比較検討が必要である。このような地形、土質の現場でショベル&ダンプ工法を適用する場合は、中距離の大規模土工ではアーティキュレートダンプを、短距離の小規模土工ではクローラ式不整地運搬車がよく使われる。

宅地造成等の面土工では、モータスクレーバがよく使われたが、近年の造成現場の立地条件が急峻な地形で岩を多く伴う場合が多くなり、これらの中距離運搬もショベル&ダンプ工法の適用へと変わってきている。

岩運搬の場合は、基本的にはリジットダンプを使用すべきである。小規模運搬で10t車を使う場合は、荷台の補強とテールゲートの改造が必要になる。場内運搬で土量は多いが走路が狭くて10t車を使う場合は、岩運搬専用の荷台に載せ替えた10t車を使用する。

(3) 性能諸元

運搬機械の機種選定においては、図3-85に示す項目について性能諸元をチェックし、現場条件を満足するかを調べる。

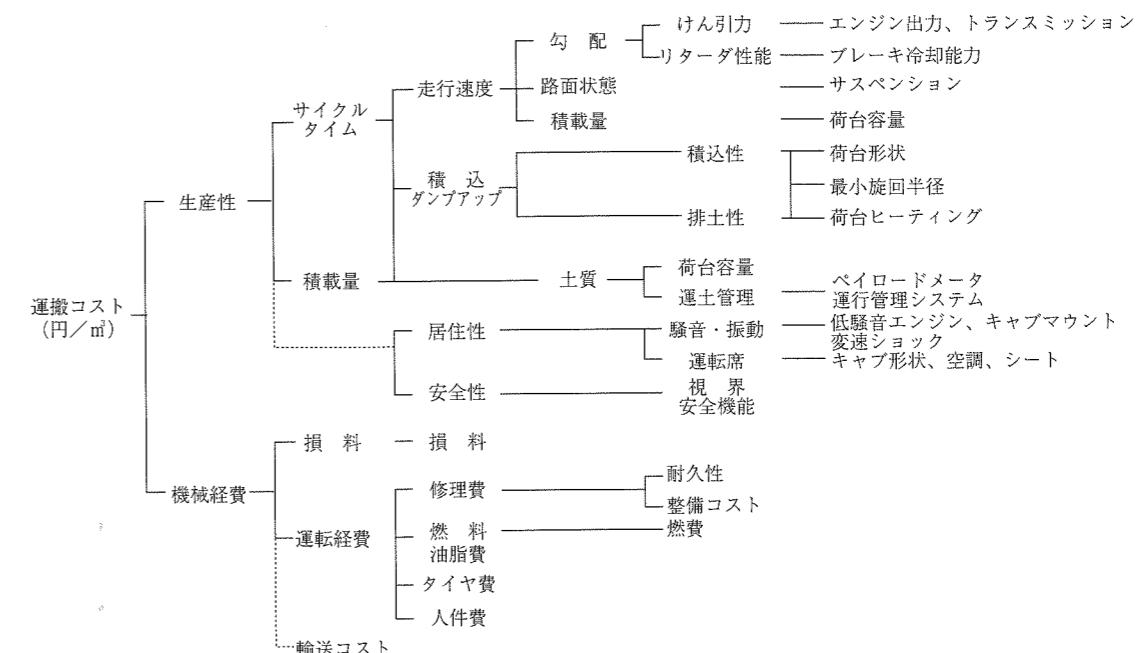


図3-85 運搬機械の要求性能

3. 5. 2 走路計画

(1) 走路設計

大規模土工の場内運搬の場合、走路は専用運搬道路として、安全運転と運搬効率の見地から他の資材運搬車の通行路と区分することが望ましい。運搬走路の線形設定は、地形と土量配分計画を基に計画する。

1) 運土計画との関係

土量配分計画は、線土工(道路工事等)の場合はマスカーブ(土積曲線)を利用して作成し、面土工(宅地・敷地造成等)の場合は線形計画法を利用した最適土量配分計画が通常行われる。

フィルダム(マッシブな土工)等の場合は、上記の土量配分手法に代わって材料別の用土計画が立てられ、それに基づいて運搬を行う。また、原石山等の土岩採取工事では、パイロット道と共に、ベンチ(切羽)展開を考慮して取付け走路を計画する。

2) 道路構造(線形・幅員・勾配・曲線半径・視界)

運搬走路の規格は、幹線と支線に分けて考える。幹線とはメイン走路になる部分をいい、工事のほぼ全期間を通じて利用される。これに対して、支線は工事進行に伴って取付けが変化するような道路をいう。交通量と使用期間の相違を考慮すると、支線部で高規格な道路を造るには経済的制約が多い。従って、幹線と支線に分けた、標準規格を以下に示す。

① 幅員(表3-11)

走路の幅員は、通行方法(1車線一方通行か、2車線対面通行か)および、離合回数の多少によって異なるが、標準的には2車線対面通行で、離合間隔を1分程度として、最高速度を幹線上では40km/hとする。

支線での最低限は車幅の3倍とし、標準は3.5倍とする。最低限に満たない部分が生じる場合は、離合場所を設けるか、循環道路を検討する。

幹線においては、標準を車幅の4倍とし、余裕がある場合は4.5倍とすることが望ましい。この標準に満たない場合は、計画走行速度を下げるなどを検討する。

表3-11 走路の幅員

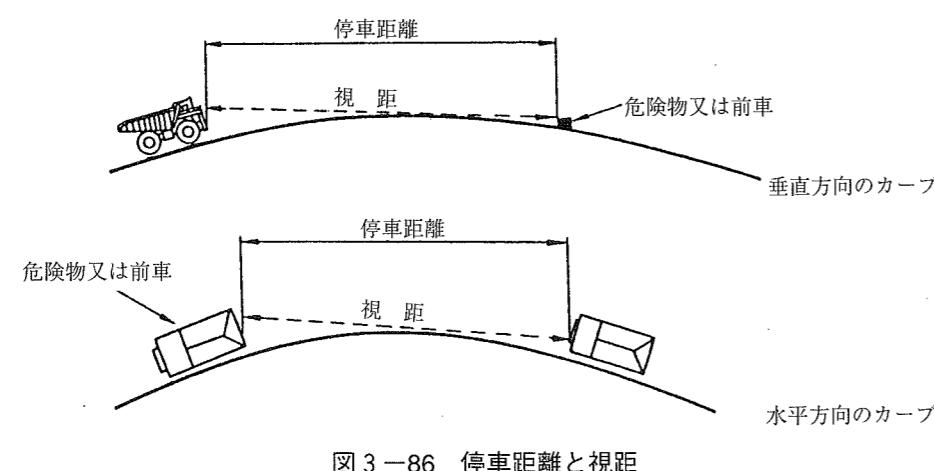
機種	幹線 (40km/h)		支線 (20km/h)	
	標準	工事条件良	標準	最低限
78t	19.5m	22m	17m	15m
45t	16.5m	18.5m	14.5m	12.5m
32t	14.5m	16.5m	13m	11m
20t	14m	16m	12.5m	10.5m
10t	10m	11m	9m	7.5m

② 勾配・曲線半径・視界

縦断勾配・曲線半径・視距については、安全性の見地から表3-12を許容範囲として計画する。なお、勾配については上限値を、曲線半径および視距については下限値を示している。また、カッコ内は短期間、あるいは短区間の場合の許容値である。(図3-86参照)

表3-12 走路勾配・曲線半径・視距

走路	勾配	曲線半径	視距
幹線	8%	50m	100m
支線	13% (15%)	30m (20m)	50m



3) 路盤(路盤厚・走路改良・敷鉄板)

路床・路盤厚の決定は、次の通りとする。路床には現場発生ズリや購入材が利用され、固化剤による表層改良もよく行われる。また、10tダンプトラックの場合、関東ローム等の軟弱地では敷鉄板や覆工板がよく利用される。

道路上を通過する車両重量に対する路床・路盤の強度をCBRで求める方法を示す。

図3-87は、図3-88のCBRカーブを基に計算した45tダンプトラックの設計例である。

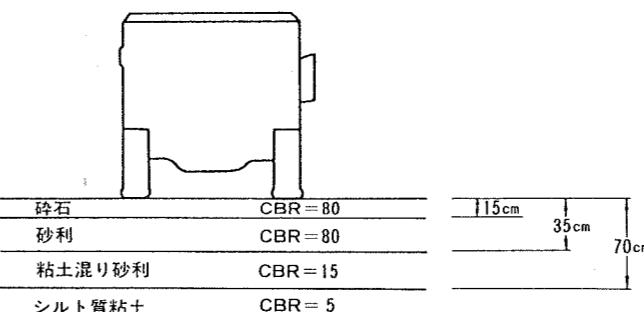


図3-87 45tダンプトラックの運搬路断面図

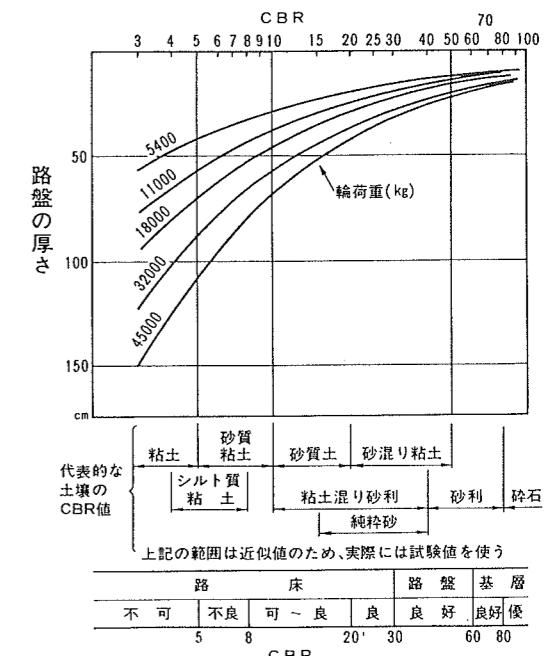


図3-88 土の分類とCBRカーブ

4) 指定仮設・任意仮設

仮設工事用道路には、設計で位置や構造が指定される指定仮設と任意に造成される任意仮設がある。指定仮設は、ダム工事や空港敷地造成の工事用道路が多く、道路工事、宅地造成での運搬走路は、任意仮設である場合が多い。

5) 場内・場外運搬

場外運搬の場合、交通規則に従うのは無論、住宅地等の市街地を通行する場合は、交通量や振動・騒音にも留意して、自主的な速度規制や台数制限を設定し、交通安全、居住環境に配慮した計画とする。また、場外運搬の場合には運搬土砂等の比重を測定して過積載にならないように計画する。

(2) 適正走行速度

1) 安全と速度

ダンプトラックの適正走行速度は、前述の道路幅員、勾配、曲率、視距を考慮した安全速度の他、ダンプトラックのけん引力・ブレーキ性能による適正速度がある。その他にタイヤのヒートセパレーションを防ぐためにも走行速度が関係してくる。

2) けん引力曲線

ダンプトラック等の走行性能(登坂・降坂)を判断するには、けん引力曲線(リンプルカーブ)とブレーキ(リターダ)性能曲線を利用する。

けん引力曲線は、車両総質量、走行抵抗、変速ギア・けん引力・走行速度の関係を表したグラフである(図3-89)。このグラフより、走行条件に適ったけん引力、走行速度等が求められる。グラフの見方は、後述のブレーキ

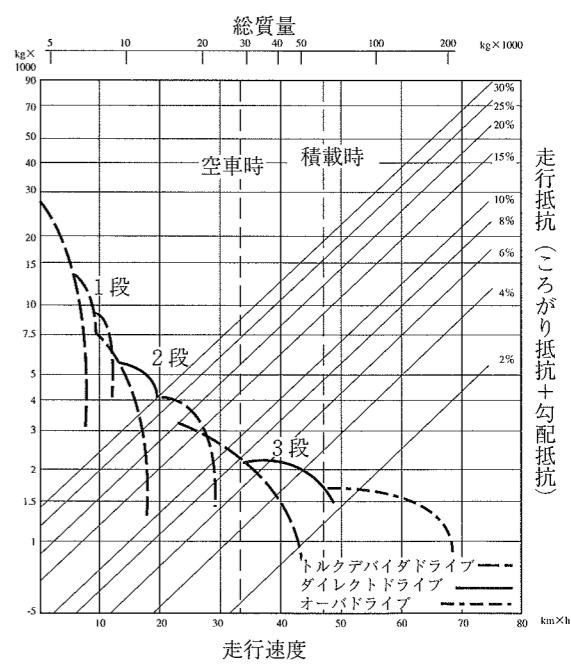


図3-89 けん引力曲線

曲線の見方と同じである。

3) ブレーキ性能曲線

ブレーキ性能曲線は、車両が降坂する時のリターダブレーキの性能を表したグラフである(図3-90)。重ダンプトラックが降坂する場合、エンジン回転速度を適切に保ちオイルクーラによる冷却能力を維持して、リターダのオーバーヒートを防止する必要がある。そのため、運転者は変速レバーとリターダレバーを操作して、適切なエンジン回転数を維持しながら安全な走行速度に調整する必要がある。最近は、このエンジン回転速度制御を電子制御による自動变速で行う機種が増加している。

ブレーキ性能曲線から降坂条件(勾配と降坂距離)に合ったシフト段と走行速度が求められる。

従って、施工計画時に前記のけん引力曲線とブレーキ性能曲線を利用すれば、予定する機種の設計走路上の各区間での走行速度が求められる。

〈グラフの見方〉(図3-91)

坂を降りる時の車体総質量の該当する目盛りaから垂線を降ろし、走行抵抗の該当する目盛りbからの斜線との交点を求める。

走行抵抗(%)=ころがり抵抗(%)+勾配抵抗(%) (トン当たり10kgのころがり抵抗を1%に換算)

このc点からの水平線とブレーキ性能曲線との交点が、安全に降板できるシフト段を示している。

図3-91で斜線の部分の速度および速度段で坂をおりてはいけない。c点を通る水平線より上側にある速度段および速度では安全におりることができる。

4) 走行シミュレーション

コンピュータによる走行シミュレーションを利用すると運搬のサイクルタイムや走行速度を正確に計算することができる。運搬機械の走行シミュレーションは、積載荷重と走路の走行抵抗(勾配抵抗+ころがり抵抗)、制限速度を入力し、前記の車両個々のけん引力曲線を利用して走行速度の変化を連続的に計算し、サイクルタイムを算出するものである。更に、ブレーキ性能曲線と曲率半径、片勾配を考慮したシミュレーションの利用も可能である。

アップダウンの激しい現場では走行速度やサイクルタイムの予測が困難で、平均速度によるサイクルタイムの算出法では精度が低い。このような場合、走行シミュレーションを利用すると正確なサイクルタイムを算出でき、所要ダンプトラック台数の決定等の計画作成に威力を發揮する。

5) ヒートセパレーションとタイヤ管理

建設機械に利用されている低圧タイヤは、OR(Off the Road)タイヤ(「基礎知識編」3. 10項参照)と呼ばれ、一般のタイヤと比較して走行中のゴム内部の発熱が大きく、重量物を連続高速運搬すると許容値を越えヒートセパレーションを起こすことがある。タイヤの内部に発生した熱は、最初に接着剤を溶かし、コードなどを剥離させタイヤ寿命を縮める。タイヤの温度は積荷と速度に比例して上昇するが、特に夏季における過荷重、空気圧不足はヒートセパレーションを起こし、タイヤの寿命を著しく縮めるので、荷重

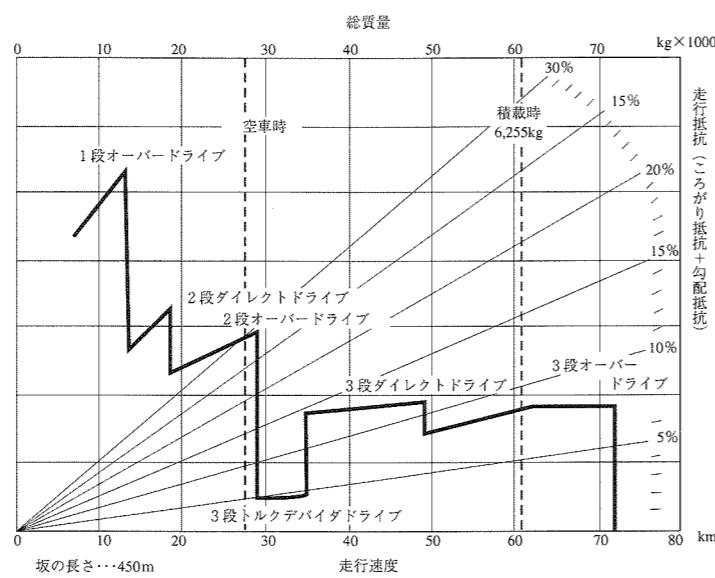


図3-90 ブレーキ性能曲線

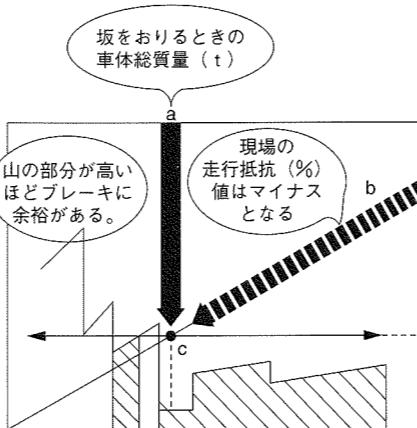


図3-91 グラフの見方

と空気圧の管理が重要である。

また、連続高速運搬を計画する場合は、使用タイヤの特性を調べてTKPHを計算して安全性を確かめ、問題がある場合は対策が必要である。

〈TKPH〉

TKPH(Ton·km Per Hour)は、荷重(Ton)、速度(km)と外気温がタイヤに及ぼす影響を計算する方法である。下記の算定式より求めた値が、タイヤのTKPH許容量を越える場合にヒートトラブルを引き起こす。従って、装着タイヤのTKPH許容量を越える場合は、積荷または走行速度を減らすか、TKPH許容量の高いタイヤに交換する必要がある。

$$TKPH = (\text{平均タイヤ荷重}) \times (\text{平均作業速度})$$

$$\text{平均タイヤ荷重} = (\text{空車時のタイヤ荷重} + \text{積載時のタイヤ荷重}) / 2$$

$$\text{平均作業速度} = (\text{往復走行距離} \times 1\text{日の運搬回数}) / 1\text{日の作業時間}$$

1日の作業時間：作業開始から終了までの時間(休息・停車時間を含む)

表3-13 タイヤのTKPH許容値の例

タイヤサイズ	形式	16°C	27°C	38°C
18.00-25	E3	219	204	182
	E4 (CR)	175	161	146
	R·S	306	285	255
18.22-33	E3	255	226	204
	E4 (CR)	219	204	182
	R·S	438	394	351
21.00-35	E3	291	270	241
	E4 (CR)	248	219	197
	R·S	482	438	394

CR : カット・レジスタンス・タイヤ(耐カット性タイヤ)
R·S : ラジアル、スチールタイヤ

(3) 走路維持

落石はダンプトラックのタイヤカットを生じ、タイヤの寿命を著しく縮め、タイヤ費の増大となる。また、わだちの発生は運搬機の高速運転を妨げ、サイクルタイムの増大によるコストアップや修理費の増加に繋がる。走路の維持補修にモータグレーダを投入することは、搬土機械の高速化を図り、タイヤ経費の低下によるトータルコストの縮減に繋がる。また、砂塵による運転環境や周辺環境への悪化を防止するためには散水車を投入する。重ダンプトラックの大型走路では、30t級のウォーターゴンや4.9m級の大型グレーダがよく利用される。

3. 5. 3 作業能力と組み合わせ

(1) 組み合わせサイズ(積込み機材とのマッチング)

積込み機材との組み合わせは、ダンピングクリアランス・リーチ、バケット幅、積込み回数等を検討する。ローダとの組み合わせでは、次の目安で積込み機械と運搬機械の大きさを選定する。

・ダンピングクリアランスは50cm以上

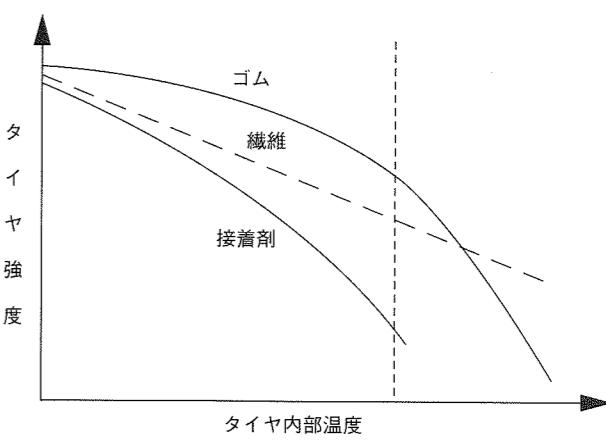


図3-92 ヒートセパレーション

- ・荷台長は、バケット幅の1.5倍程度
- ・積込み回数は、4~5杯が限度

(2) 作業量

運搬機械の時間当たり作業量は、次式で計算できる。

$$Q_d = \frac{60 \times q_d \times f \times E_d}{Cm_d}$$

Q_d : 運搬機械の運転1時間当たり作業量 (m^3/h)

q_d : 運搬機械の積載土量 (m^3) ただし、 q_d は山積容量以下

f : 土量換算係数

E_d : 運搬機械の作業効率

Cm_d : 運搬機械のサイクルタイム (min)

$$Cm_d = \frac{C_{m\ell} \times n}{60 \times E_d} + (t_1 + t_2 + t_3)$$

$C_{m\ell}$: 積込み機のサイクルタイム (s)

n : 積込み回数 (回数/台)

$$n = \frac{q_d}{q_\ell \times K}$$

q_ℓ : 積込み機のバケット山積み容量 (m^3)

K : バケット係数

E_ℓ : 積込み機の作業効率

t_1, t_2 : 運搬機械の往路・復路の走行所要時間 (min)

$$t_i = \frac{D_i}{V_i} \times 60 \quad (i=1 \text{ または } 2)$$

D_i : 走行距離 (往路、復路)

V_i : 運搬機械の往路・復路それぞれの平均走行速度

t_3 : 待ち時間

(3) 所要台数の決定

組み合わせ運搬機械の所要台数Nの算定は、積算時には作業能力から求め、実走行が可能な場合はサイクルタイムから求める方法が一般的である。

$$N = \frac{\text{積込み機の作業能力 } (m^3/h)}{\text{運搬機の作業量 } (m^3/h)} = \frac{(運搬機のサイクルタイム} \times \text{積込み機の作業効率}){(\text{積込時間} \times \text{運搬機の作業効率})}$$

$$= \frac{Cm_d \times E_d}{Cm_\ell \times n \times E_d}$$

(4) 計算例

バケット山積容量 $q_\ell = 1.8 m^3$ のホイールローダで山砂を10tダンプトラック (荷台容量 $7.3 m^3$) に積み込み、片道3kmの距離を運搬する場合のダンプトラック1台の運搬能力と所要台数を求める。

- ① ダンプトラック1台への積込み回数 n

ホイールローダのバケット係数 $K=0.8$ の場合

$$n = \frac{q_d}{q_\ell \times K} = \frac{7.3}{1.8 \times 0.8} \approx 5 \text{ (回)}$$

- ② ダンプトラックのサイクルタイム Cm_d

往路の運搬走行速度を $30 km/h$ 、復路の空車走行速度を $35 km/h$ とすると、

$$t_1 = \frac{3}{30} \times 60 = 6.00 \text{ (min)} \quad t_2 = \frac{3}{35} \times 60 = 5.14 \text{ (min)}$$

待ち時間 $t_3 = 7 \text{ (min)}$ 、ホイールローダのサイクルタイム $Cm_\ell = 45 \text{ (s)}$

作業効率 $E_\ell = 0.55$ の場合

$$Cm_d = \frac{Cm_\ell \times n}{60 \times E_\ell} + (t_1 + t_2 + t_3) = \frac{45 \times 5}{60 \times 0.55} + (6.00 + 5.14 + 7.00)$$

$$= 24.96 \text{ (min)}$$

- ③ ダンプトラックの時間当たり作業量 Q_d

ダンプトラックの作業効率 $E_d=0.9$ 、土量変化率 $L=1.15$ の場合、

$$Q_d = \frac{60 \times q_d \times f \times E_d}{Cm_d} = \frac{60 \times 7.3 \times 1/1.15 \times 0.9}{24.96} \approx 14 \text{ (m}^3/\text{h})$$

- ④ ダンプトラックの所要台数 N

ホイールローダの作業能力 $Q_\ell = 55 m^3/h$ の場合

$$N = \frac{Q_\ell}{Q_d} = \frac{55}{14} = 3.9 \approx 4 \text{ 台}$$

(5) 待ち行列

組み合わせは機械の施工においては、積込み場や盛場では、積込み待ちやダンプアップ待ちの行列が発生する。

運搬機械の所要台数を決定する場合、前3項の計算法で行うと図3-93の実線のように、運搬機械の台数を増加すると運搬土量は直線的に増加し、積込み機の作業量を限界として頭打ちとなる。

しかし、実際に運搬機械の台数を変化させて運搬量を測定すると破線のような曲線になる。増車に伴って待ち行列が発生するからである。

機械土工での待ち行列は、図3-94のような傾向（アーラン分布）を示すことが知られている。類似現場の稼動調査等で得たデータを利用すれば、コンピュータによる待ち行列シミュレーションが行え、より正確なサイクルタイムや所要台数の決定に利用できる。

所要台数を求める場合、シミュレーションを行えなくて

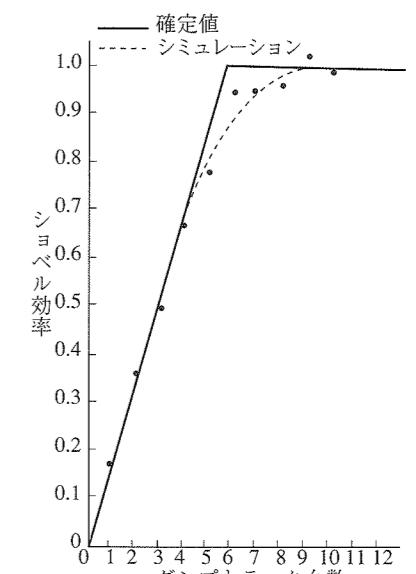


図3-93 積込み機と運搬機械の台数の関係

も、図3-93の傾向を頭に入れて計画するとよい。

また、待ち行列シミュレーションは、走路が狭くて1車線しかなく、多数の待避場所を設けて、離合時の待ち行列が多く発生する現場で、サイクルタイムや所要台数の決定を行うのに有効な方法である。

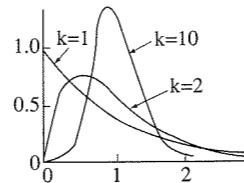


図3-94 確率分布

(6) 生産性分析

ダンプトラックの運搬効率向上や作業改善を図るには、サイクルタイムやIE手法のワークサンプリング等の測定を行い、生産性を分析する作業研究を行うとよい。ワークサンプリングの手法は、1日の稼動状況として稼動・非稼動をランダムサンプリングにより調査する方法である。コマ落としによるメモーションカメラの利用も作業分析に有効である。

3.5.4 運転操作

3.5.4.1 ダンプトラック

主に重ダンプトラックを例に、ダンプトラックの運転操作方法を述べる。

(1) 積込場

[積込み方法を決める際の留意事項]

- ・切羽の安全性
- ・跳り場、地盤の勾配、硬さ
- ・荷こぼれ防止と跳り場保守の容易性
- ・ローダとダンプの移動距離を最短に
- ・積込み回数
- ・風向き、太陽の向き

[積込時の基本]

- ・後進はなるべく静かに
- ・窓から頭や手を出さない。
- ・運転席側からの積み込みが安全。
- ・運転席から出ない。
- ・ホイストコントロールは「浮き」の位置。
- ・ミッションは中立。
- ・駐車ブレーキを掛ける。
- ・積込み終了合図があつてから出発すること。
- ・発進は、周囲の安全確認後、クラクションを鳴らす。
- ・急発進はタイヤの早期摩耗の原因となる。

① クロスローディング(図3-95)

一般的な積込み方法で、ダンプトラックは、ローダが一杯積み込む毎に前後に動く。

ダンプへの積込み回数が少ない場合、地盤が平坦で固く、ダンプトラックの出入りが容易な場合に採用される。

② クロスローディングの変形例

切羽が湾曲している場合、ダンプトラックは、一杯積み込まれる毎に少しづつ頭を振り、切り返しを多くしていく。

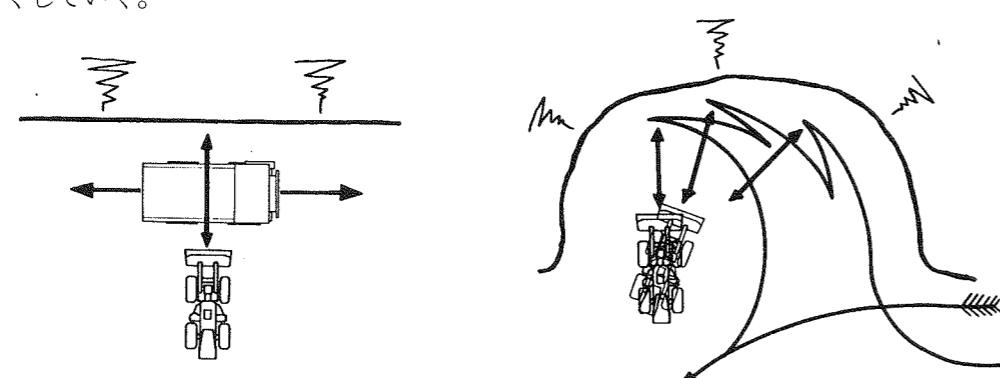


図3-95 クロスローディング

③ Vシフトローディング(図3-96)

ダンプトラックを固定した状態で積み込む方法。

ダンプトラックは30°～60°の範囲で山いっぱいに寄せてつける。通常40°前後がよい。

ローダの両側にハの字形に着ける場合は45°前後にする。

ローダが熟練オペレータの場合、積込効率は最も良い。

但し、アーティキュレートを繰り返すので、機械的には無理がかかる。

ダンプトラックの運転手が未熟な場合や積込回数が多い場合、跳り場が狭い場合に採用を検討する。

④ Vシフトローディングの変形例1

2台のローダで両サイドから積み込む方法。ダンプトラックは山に直角に着け、山から少し離するのがコツになる。

⑤ Vシフトローディングの変形例2

山の角で積み込む方法。

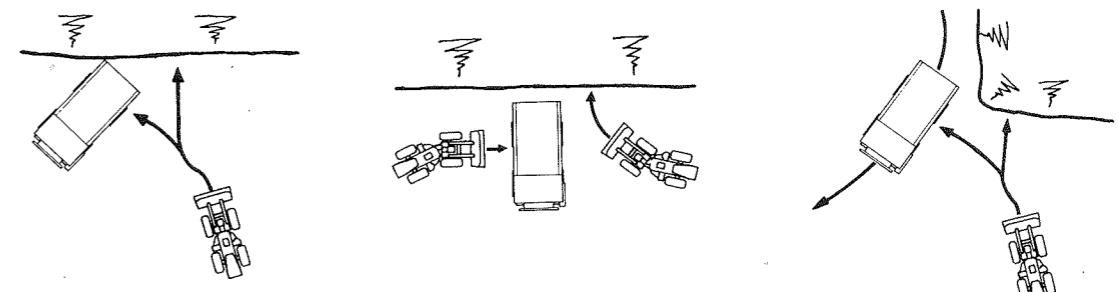


図3-96 Vシフトローディング

ダンプトラックはローダの突っ込み位置に対して40°前後の角度で、荷台を山の角にできるだけ寄せる。

⑥ パスローディング(図3-97)

複数のローダで順番にクロスローディングで積み込む方法である。

ダンプトラックは、切羽に平行して頭から進入して、ローダの前で一旦停止して1杯積み、次のローダへ進んで次の積込を行う。ダンプトラックへの積込み回数分のローダ台数が理想であるが、元のローダへ戻って2回目の積込みを行うこともできる。この場合、ダンプトラックへの積込み回数が偶数杯積みでないと非効率となる。

運搬土量の多い現場、ダンプトラックの運搬サイクルを縮めたいとき、同一ベンチで多数のローダ、ダンプトラックが入り乱れて作業している現場、跳り場の広い現場などに有利な方法。

⑦ パスローディングの変形例

切土山やストックパイルが交互にある場合に行う方法。

運搬走路や跳り場の制約を受ける場合に採用を検討する。

ダンプトラックが急旋回しなくてすむ。

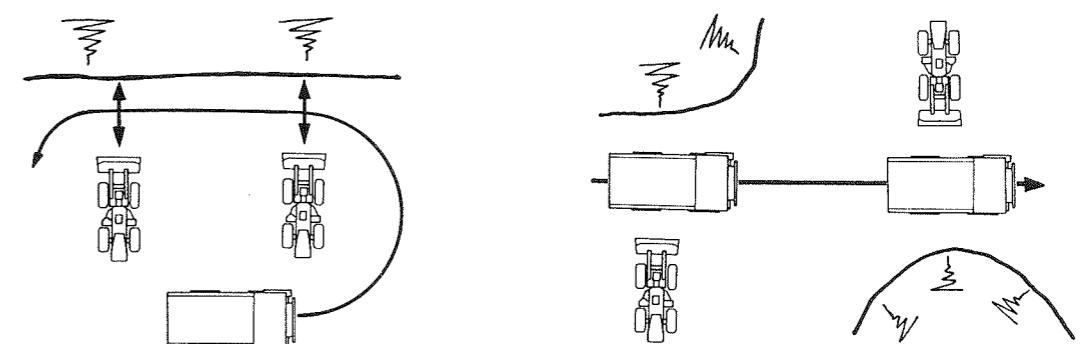


図3-97 パスローディング

(2) 進入方向と旋回例

- ① クロスローディング(図3-98)
- ・ローダの後側方から進入して後進。
 - ・ダンプの進入範囲は大きいが切羽寄りの後進距離が大となり岩石等を踏み易い。
 - ・切羽近辺への滞留時間が多くなる。
 - ・ローダの前側方から進入して後進。
 - ・ダンプの進入範囲は狭い。
 - ・切羽寄りの後進距離は短いが旋回が多くなる。
 - ・ローダの後方通過後、旋回しながら前進で進入。
 - ・ダンプの進入範囲は非常に広く、切羽、ローダ位置など状況判断が容易。
 - ・後進がないので1杯目の待機時間が省ける。

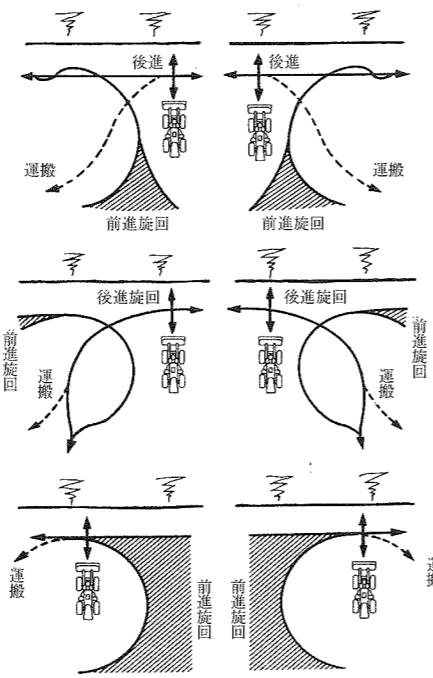


図3-98 クロスローディングの進入方向と旋回例

② Vシフトローディング(図3-99)

- ・ローダの前側方から旋回して進入。
- ・進入範囲は狭くなる。
- ・ローダの後を通らないので安全性が高く、後進時の旋回も少ない。
- ・ローダの後側方から進入。
- ・旋回しながら後進。
- ・後進時のハンドル操作が多くなる。
- ・進入範囲はやや広くなるが、ローダの後方通過時には注意が必要。
- ・ローダ後側方へ少し出る。
- ・旋回しながら後進。
- ・進入範囲は非常に広いが、後進距離と旋回範囲が多くなる。

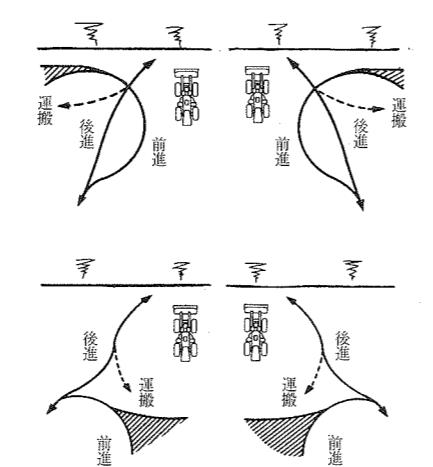


図3-99 Vシフトローディングの進入方向と旋回例

③ パスローディング(図3-100)

パスローディングの場合、ダンプトラックの進入は運搬方向を考慮する。

悪い例

- ・運搬方向から進入すると、積込後急旋回しなければならない。従って、荷こぼれや切羽近くでの待機時間も多くなる。

良い例

- ・運搬方法の逆から進入するのが基本。
- ・空車時に大きく旋回。
- ・積荷時は、なるべく急旋回を避ける。
- ・他車の積込中、切羽から離れて待機できるので安全性も高い。

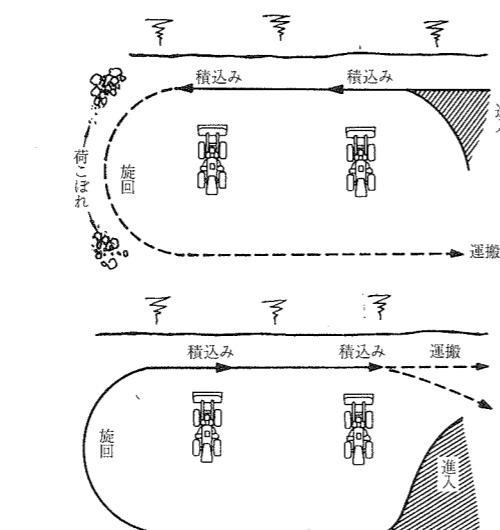


図3-100 パスローディングの進入方向と旋回例

(3) 位置付け

① クロス・パスローディングの場合の位置付け(図3-101)

- ・安全な切羽では、なるべく山に寄せて着ける。
- ・バケットの真下に停車しない。
- ・クロスローディングおよびパスローディングでは、バケットを目標とせず、ローダ前輪に荷台の前端を合わせて停止する。

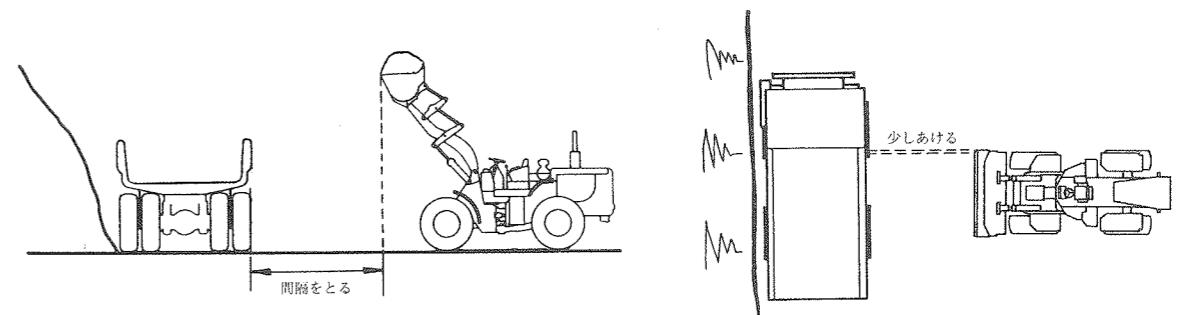


図3-101 位置付けA

② 荷台前端とバケットの間隔(図3-102(a))

クロスローディングおよびパスローディングの場合は、ぴったり着けるとローダが積み難いから、少し間隔をあける。

③ 下り勾配の場合(図3-102(b))

バケットの土砂はほぼ垂直に落ちるので、間隔を多めにとって停止する。

④ 上り勾配の場合(図3-102(c))

土砂が荷台後方に落ち、荷こぼれが増えるので、間隔をあけない方がよい。

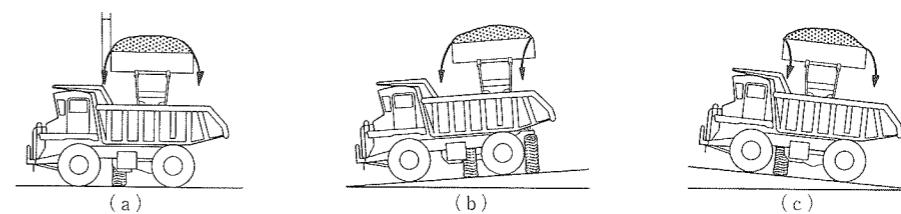


図3-102 位置付けB

⑤ 地盤がローダ側へ傾斜している場合(図3-103(a))

ローダにとっては上り勾配での積み込みとなるので、バケットの下へ荷台を着ける。

⑥ 地盤が山側へ傾斜している場合(図3-103(b))

ローダにとっては下り勾配での積み込みとなるので、山側へ寄り、ローダから離して着ける。

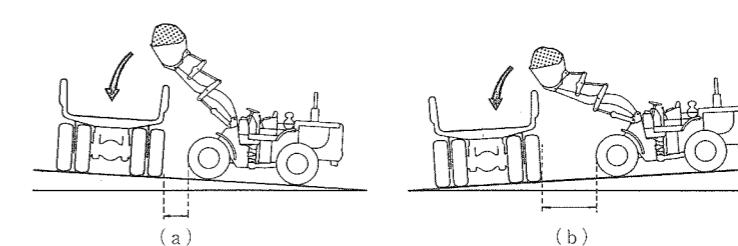


図3-103 位置付けC

⑦ Vシフトローディングの場合(図3-104(a))

- ・Vシフトローディングの場合は、山いっぱいにバックして着け、次のダンプトラックは、反対側に同間隔で着ける。
- ・この場合、山との角度は45°前後がよい。

⑧ 2台のローダで積み込む場合(図3-104(b))

- ・山に直角、そして荷台長の1/4程度離して着ける。
- ・直角に着けないとどちらかのローダが積み難くなる。

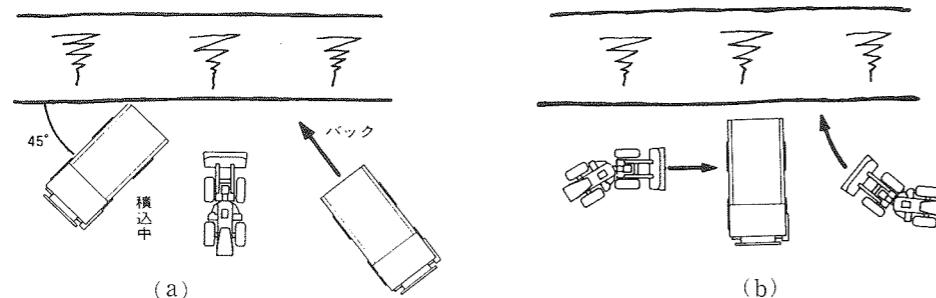


図3-104 位置付けD

(4) 盛場(図3-105)

ダンピング時の注意点

- ・盛場の状況に応じた進入方向、方向転換の場所の選択と操作が大切である。
- ・誘導員がいる場合は合図に従い、誘導員の位置は常に把握しておく。
- ・誘導員がいないときには、周囲の人間や障害物に注意し、地盤や路肩にも気を配る。
- ・肩へ直角に寄せる。
- ・車体は左右水平状態でダンプアップする。
- ・ミッションは中立で、駐車ブレーキを掛ける。
- ・トラックが完全に停車してからダンプアップする。
- ・荷台が完全に上がったら少し前に出て土砂を完全にダンプする。
- ・荷台をすぐに降ろすと荷が残りやすい。
- ・排土が終わったら、ホイストコントロールを「下げ」位置にする。
- ・荷台が下がり始めると自動的に「浮き」になる。
- ・荷台を上げた状態で発進してはならない。

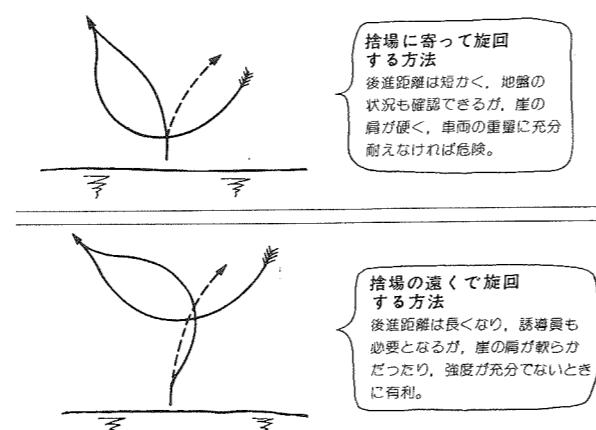


図3-105 盛場

3.5.4.2 不整地運搬車

河川改修、林道工事などの土木工事や果樹園整備などで不整地や軟弱地等種々な作業現場において、現場条件に合った機種規格を選び(最大積載質量500kg~15t級まで)、土砂の積出し、搬入、U字溝、ヒューム管等の長尺物建設資材の運搬に使用する。

(1) 荷の積み込み作業時の留意事項

不整地運搬車への積み込みは、ローダ、油圧ショベル等を使用して行われるが、作業条件、周辺環境、不整地運搬車の積載能力、荷台上縁までの高さを考慮して効率のよい積込み機を選定する必要がある。

- ① 積み込み場所は、できるだけ水平で堅固な場所で行い、斜面では行わないようにする。

- ② 土砂等を油圧ショベルなどの積込み機で積み込み中は、運転席への乗り降りはしない。

- ③ 土砂等の積み込み中は、変速レバーを中立にし、ブレーキをかけておく。

- ④ 積込み機のバケットが運転席の上を通らない位置に不整地運搬車を止める(図3-106)。

- ⑤ 積み込みは、偏荷重が生じないように、荷台の中心線に積み込まれた土砂の中心を合わせる。荷台が長く、バケット3~4杯程度の荷を積み込む場合には、まず荷台の前方(運転席寄り)から行う。

- ⑥ 最大積載量以上は積み込まない。積荷は、荷台に平均に分布するようにする。また、荷台にサイドラック(差し板)をしての積み込みは行わない。

- ⑦ 大石を積み込むときは、積み込みが悪いと、運搬中に大石がずれて不整地運搬車が転倒したり、岩石が落ちて走路を妨害することもあるので注意する。大石はできるだけ小割にして積み込むようする。

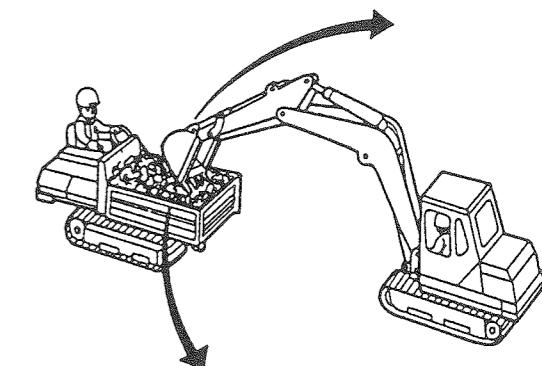


図3-106 積み込み時の不整地運搬車の止め方

(2) 荷の運搬中の留意事項

積み込み後の走行中の注意は、本編3.2.9項を参照にするほか、次の事項に注意する。

- ① 発進にあたっては、荷台に安全、かつ、確実に積込まれていることを確認し、積込み機のオペレーターとよく連携を取って行う。また、誘導者がいる場合は、その誘導合図に従う。
- ② 土砂等の積み込み後の危険回避以外の急発進、急停止、急ステアリングは、特に危険があるので行わない。
- ③ 路面の状態に合わせて速度を調整し、必要以上に速度を出さないようにする。
- ④ 斜面への登り降りは、常に山側に重心位置がくるようにして、急斜面では斜面に対し直角に登り降りする。また、降坂は、エンジンの回転速度を下げ、かつ、エンジンブレーキを利用してゆっくりと降りる。

積載時の登降坂の方法の例を図3-107に示す。

急な斜面を横切る走行は、横転や横すべりの危険があるので行わない。

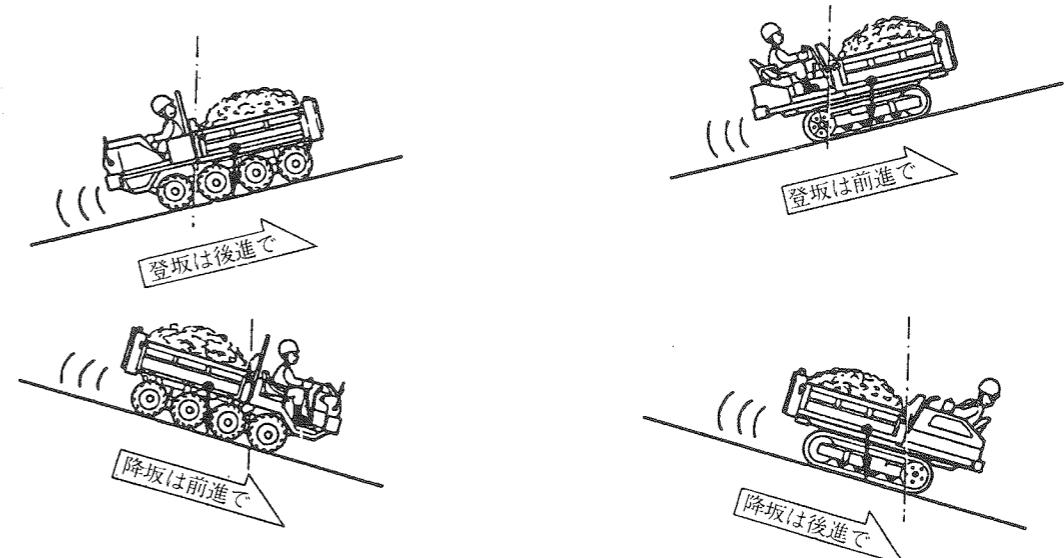


図3-107 積載時の登降坂の方法例

(3) 荷おろし作業時の留意事項

荷おろしにあたっては、特に次のことに注意する。

- ① 不整地運搬車の荷おろし作業は、できるだけ機体を水平な位置に保つことができる場所で行い、変速レバーを中立にしてブレーキをかけ、停止状態にした後、ダンプレバーを操作する。
- ② 荷おろしのためダンプ位置に近づくときは、車止めを設けるなどし行うと十分注意して行う。
- ③ 傾斜地や凹凸地にクローラ、タイヤが入ったままの状態で荷おろし作業を行うと重心が移動し、転倒の危険がある(図3-108)。
- ④ 大石をダンプするときは、ダンプ操作をゆっくり行う。
- ⑤ 荷を排出後、ダンプレバーを操作し、荷台が完全に降りたことを確かめてから発進する。
- ⑥ 荷台を傾斜(ダンプ)させた状態で走行しない。必ず、荷台は下げるから走行に移る。
- ⑦ 崩壊の危険のある場所では、荷の積み込み、積おろしは行わない。やむを得ず行うときは、十分注意して行う。
- ⑧ ダンプ位置には、車止めを設け十分注意してダンプする。
- ⑨ 電線や障害物があるところで、荷台を上げるときには、これらに触れないように、隔離距離が十分あるかを確認してから行う。

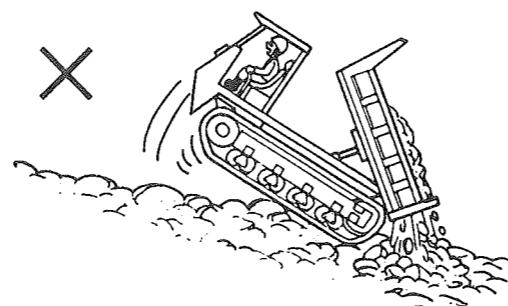


図3-108 傾斜地における荷おろしの禁止

3.5.5 運行管理システム

大規模土工においては、ダンプトラックの運行管理システムとして、以下のような運搬土量や稼動状況を管理するシステムが利用されている。

(1) 稼動状況把握

ダンプトラックの稼動状況には、特定の通過地点で行う定点観測と連続的に捉える連続観測がある。前者の定点観測には、応答型(トランスポンタ式)の光通信や微弱電波が使われた例が多く、後者の連続観測には、測地衛星を利用したGPS(Global Positioning System)が一般化しつつある。GPSには、高精度リアルタイムキネマティック(RTK-OTF)方式や各種の精度のD-GPSが利用できる(図3-109)。

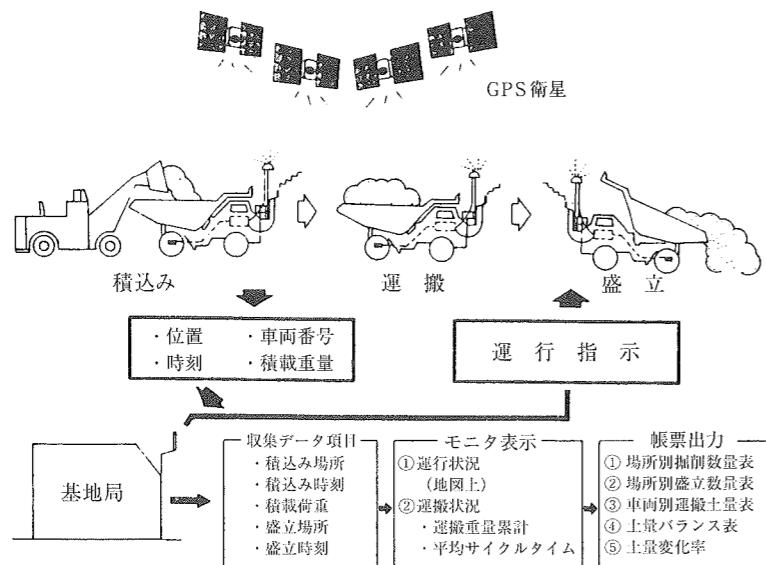


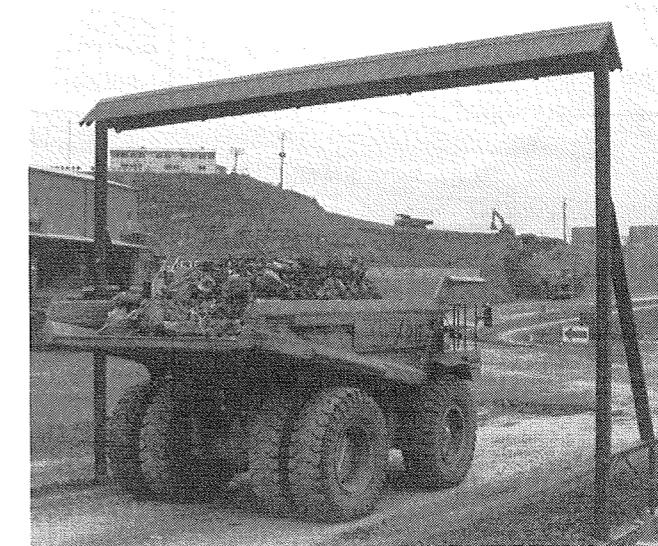
図3-109 GPS利用概念

(2) 運搬土量把握

従来、運搬土量の管理は、運搬回数(マンボ)やトラックスケール(計量機)を利用して行われた。近年、超音波による体積測定(写3-2)や車載センサ(表3-14)の利用が増加している。

表3-14 車載センサ

NO.	検出方式	ハイドロニューマチック サスペンション圧力	フレーム歪	メインフレーム荷重(圧力)
1	概略図			
2	センサの種類	圧力センサ	磁界変化検出センサ	圧力センサ
3	表示精度(%)	5 以下	5~10	5 以下
4	コスト	安価	安価	高価



写3-2 超音波体積測定機

(3) 情報入力法

運搬土量等のリアルタイム伝送入力法としては、光通信や無線が利用されている(図3-110)。一方、稼動時間等のリアルタイム性を一般に必要としないバッチ系情報は、直接日報を入力するか、ICカードを介して入力されている。情報処理は、図3-111のような出力帳票をプリントアウトできる。

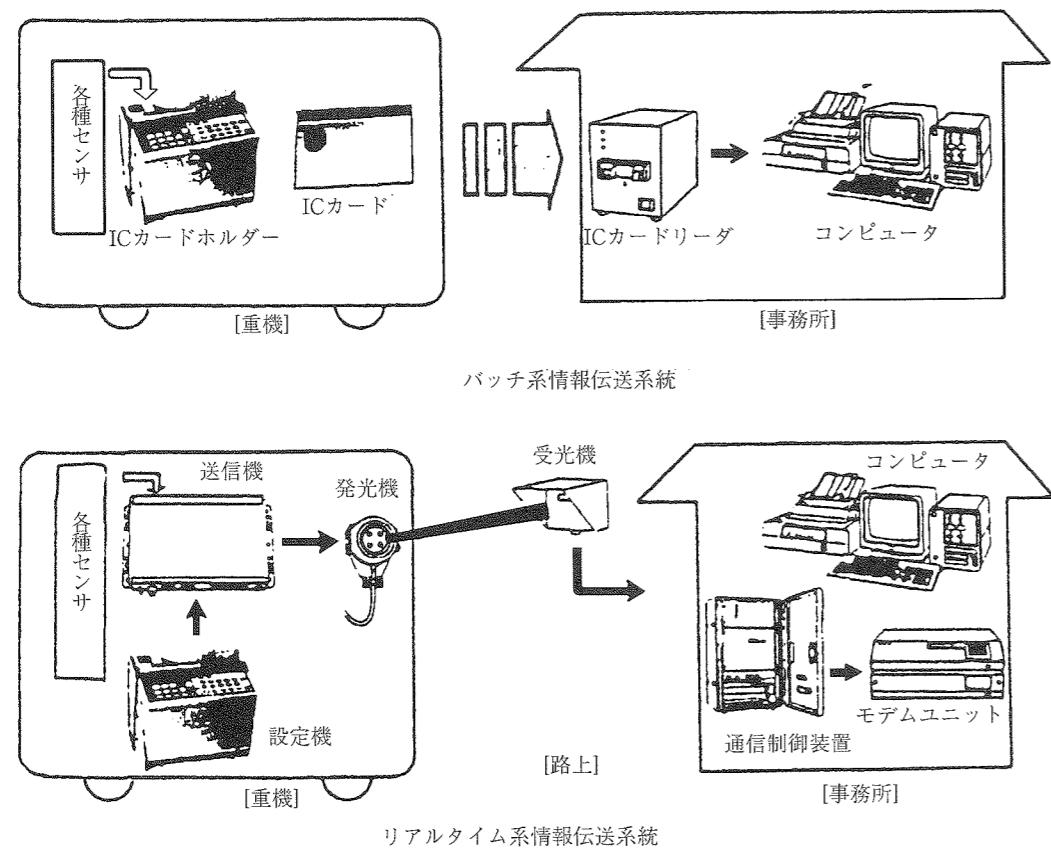


図3-110 データ入力法

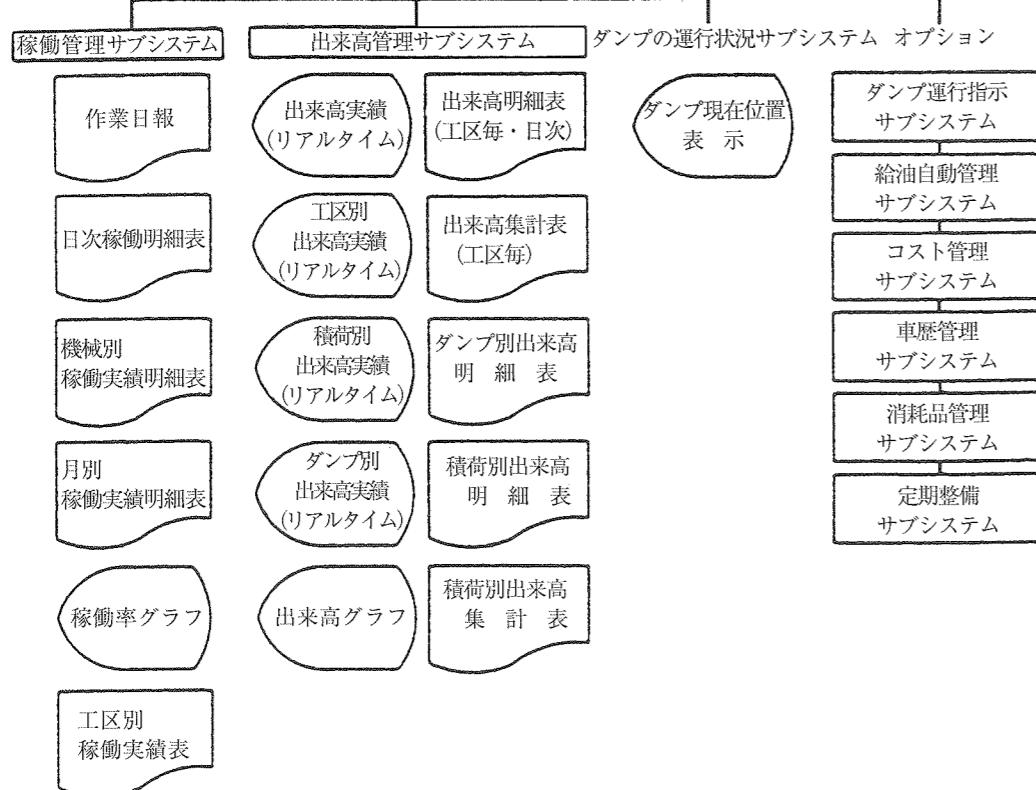
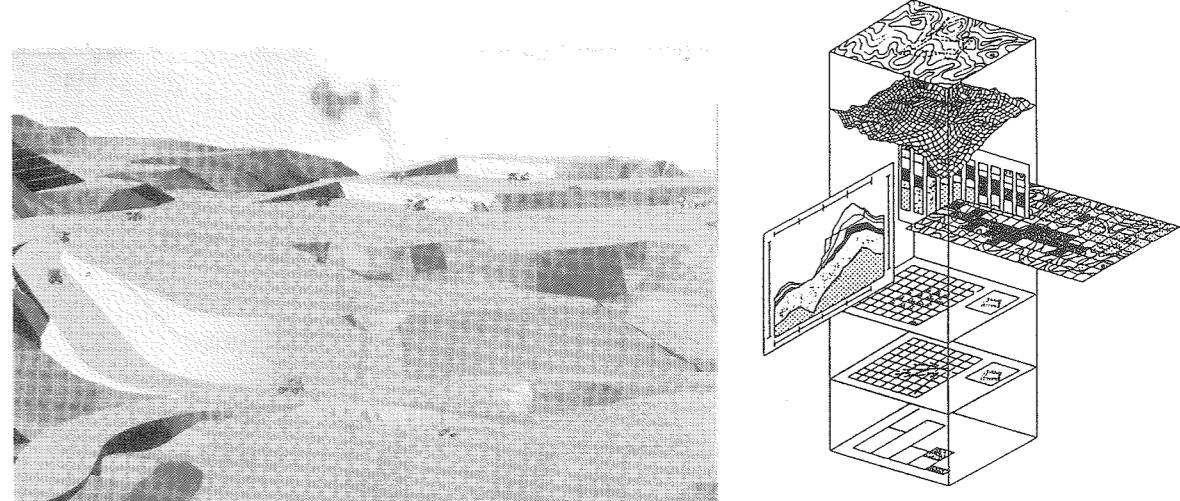


図3-111 出力伝票類

(4) 運搬土量管理

運搬土量をタイムリーに把握できると、運土計画と対比して、実績値を計画にフィードバックして、計画の修正が行える。

そのためには、地形の変化、土量を適時、的確に把握するために、地形をデジタル化したDTM(Digital Terrain Model)として扱い、コンピュータで3次元的に処理しておくと便利である。GPSとこれらの技術を組み合わせれば、トータル的な情報化施工としての土工管理が可能である。写3-3は、DTMによる施工段階の地形のCG(Computer Graphics)表示で、図3-112はDTMの概念図である。



写3-3

図3-112 DTM概念図

(5) 作業(盛土先)指示

作業指示は、図3-113のような電光掲示板や無線等が利用されている。

(6) 無人ダンプトラック

ダンプトラックは、運土工事の建設機械の中で投入台数が多く、無人化を図った場合、省力化の効果が高い機種である。図3-114、115は、商品化されている無人ダンプトラックの例である。

ジャイロとエンコーダ(タイヤ回転)を利用して、デットレコニング(内界センサ)で位置を確認しながら自律走行が行える。内界センサによる累積誤差を走路に設置した反射板(コーナーキューブ)を利用して位置補正を行う。今後は、GPSを利用した無人ダンプトラックの実用化が予想されている。

また、安全装置としてレーザレーダと超音波センサ、接触センサ等を装備している。鉄道等で利用されている保安制御法(閉塞区間制御)を応用したダンプトラック群の衝突・追突防止の制御法も利用できる。

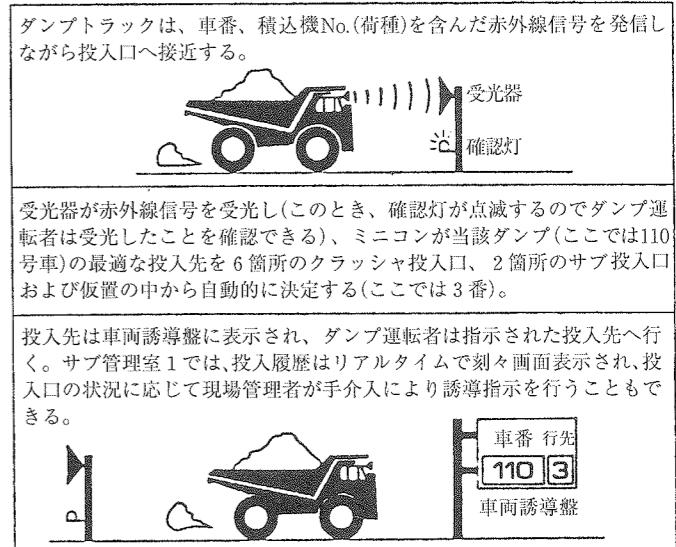


図3-113 行き先指示

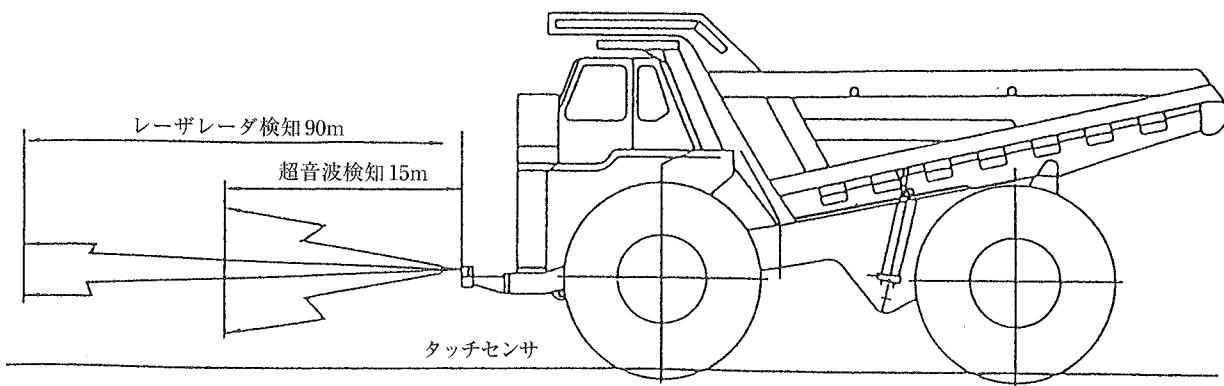


図3-114 障害物探知レーダ

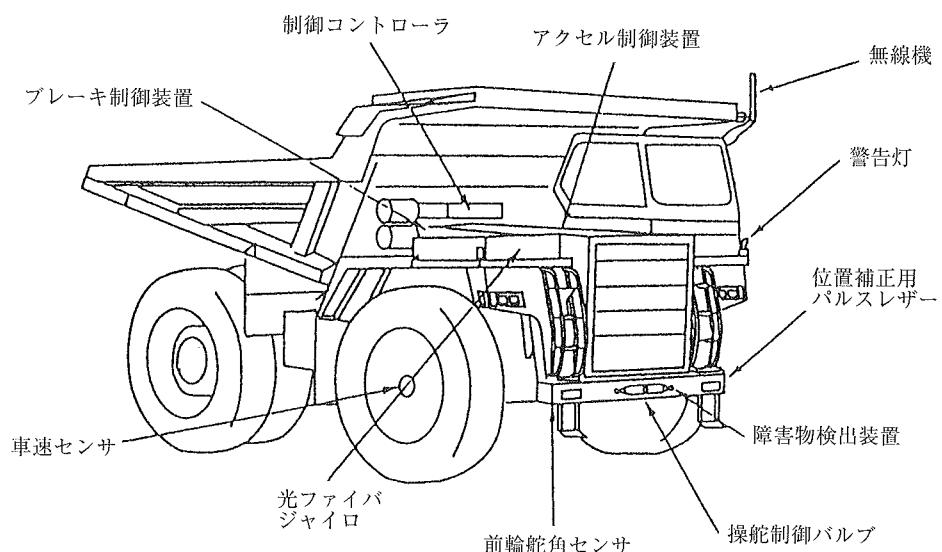


図3-115 無人ダンプ

その他災害復旧現場等の立入禁止になっている危険個所での工事で、無線誘導(テレコントロール)が利用されている。特に雲仙普賢岳の災害復旧工事において、映像伝送を用いた建設機械群のコントロール技術が開発された。現行電波法下での移動体映像伝送技術、自動追尾技術、電波中継技術、混信防止、周波数割り当て等の技術開発が行われ、その後の土石流災害等で盛んに利用されるようになった。

ただ、ダンプトラックの無線誘導は短区间での利用に限られ、長い距離にわたって無線誘導する方法は、技術的にも経済的にも課題が多い。

参考文献

1. 「不整地運搬車運転者教本」建設業労働災害防止協会
2. (社)日本自動車車体工業会 調査 登録データ
3. (財)自動車検査登録協力会 調査 登録データ
4. 新編「自動車工学便覧」 (株)図書出版社
5. 「トラッカーその魅力と構造」 (株)グランプリ出版