

走路計画

(1) 走路設計

大規模土工の場内運搬の場合、搬土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。

a) 運土計画との関係

土量配分計画は、線土工（道路工事等）の場合はマスカープ（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（マッシュな土工）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。

b) 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。

幅 員

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）及び、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、支線では20km/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、循環道路を検討すべきである。

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ことを検討すべきである。

表 3 - 3-1 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
7 8 t	19.5 m	22 m	17 m	15 m
4 5 t	16.5 m	18.5 m	14.5 m	12.5 m
3 2 t	14.5 m	16.5 m	13 m	11 m
2 0 t	14 m	16 m	12.5 m	10.5 m
1 0 t	10m	11m	9m	7.5m

運搬走路の道路構造は、次の点を考慮して設計する。

勾配・曲線半径・視界

縦断勾配・曲線半径・視距についても、安全性の見地からすれば表3-3-2を許容範囲として計画すべきである。なお、勾配については上限値を、曲率半径及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、或いは短区間の場合の許容値である。

表3-3-2 走路勾配・曲線半径・視距

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

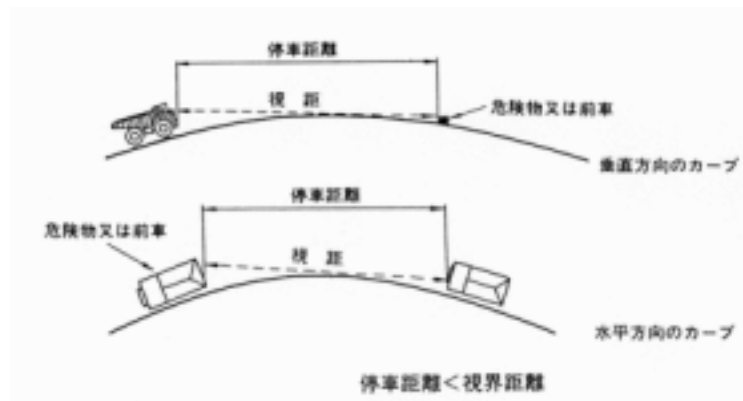


図3-3-4 停車距離と視距

c) 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3-3-6は、図3-3-5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。

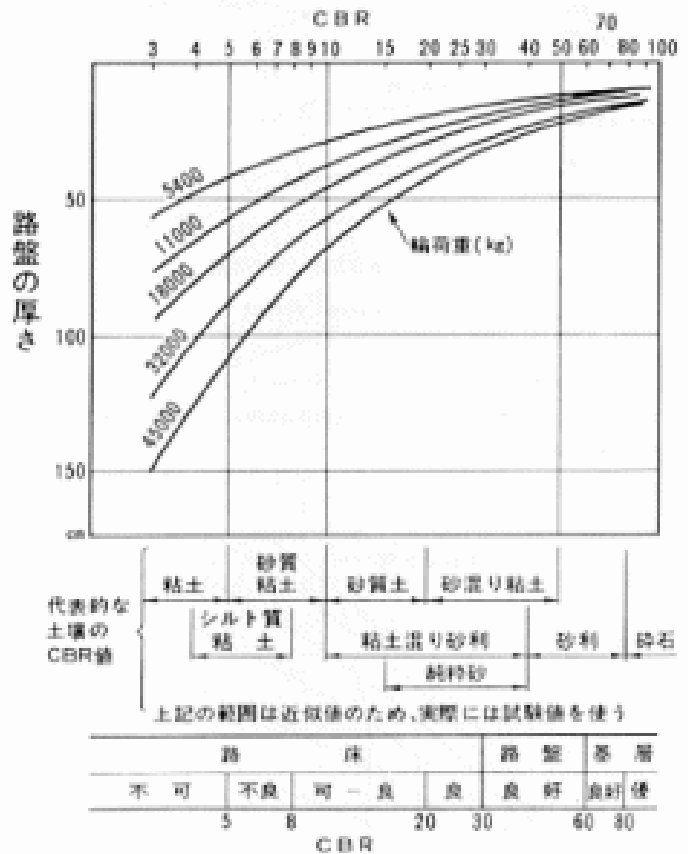


図3-3-5 土の分類とCBRカーブ

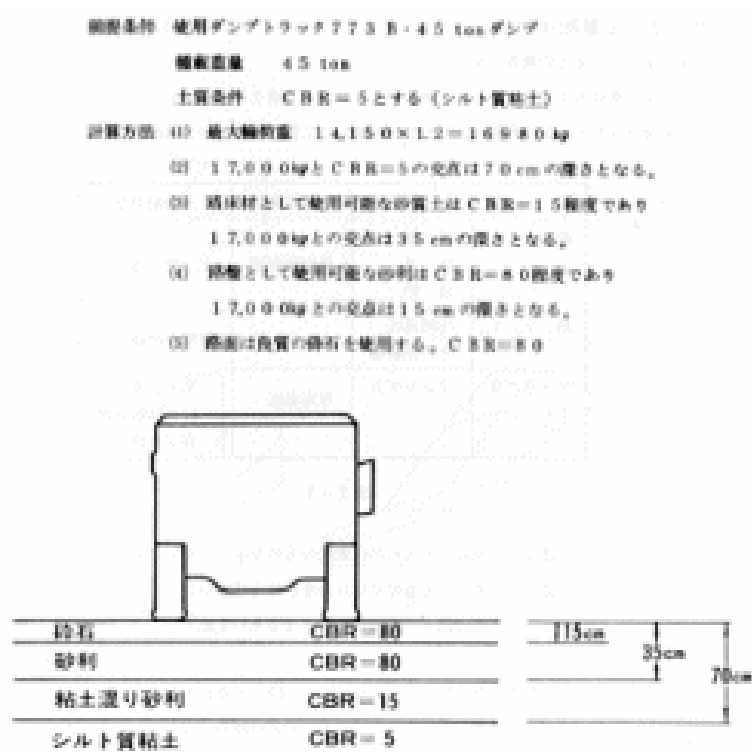


図 3 - 3-6 45t ダンプトラックの運搬路断面図

d) 指定仮設・任意仮設

仮設工用道路には、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用道路に多く、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。

e) 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

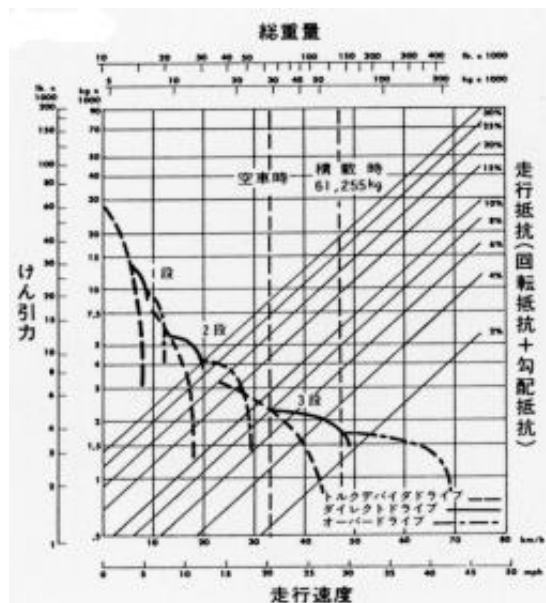
a) 安全と速度

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、ダンプトラックの牽引力・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予防するためにも走行速度が関係してくる。

b) 牽引力曲線

ダンプトラック等の走行性能（登坂・降坂）を判断するには、牽引力曲線（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。

牽引力曲線は、車両総重量・走行抵抗・変速ギア・牽引力・走行速度の関係を表したグラフである。このグラフより、走行条件に適った牽引力・走行速度等が求められる。グラフの見方は、後述のブレーキ曲線の見方と同じである。



c) 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。重ダンプトラックが降坂する場合、エンジン回転数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、このエンジン回転数制御を電子制御による自動変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牽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。

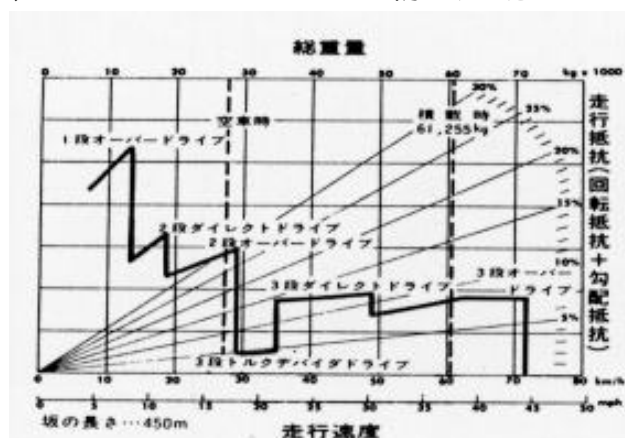


図 3 - 3-8 ブレーキ性能曲線

グラフの見方

坂を降りる時の車体総重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。

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

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

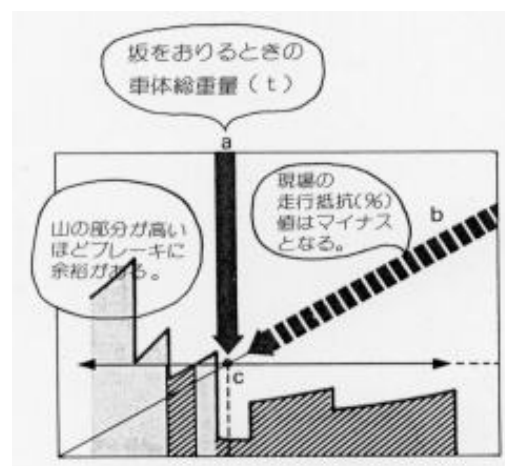


図 3 - 3-9 グラフの見方

d) 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。搬土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、前記の車両個々の牽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発揮する。

e) 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。

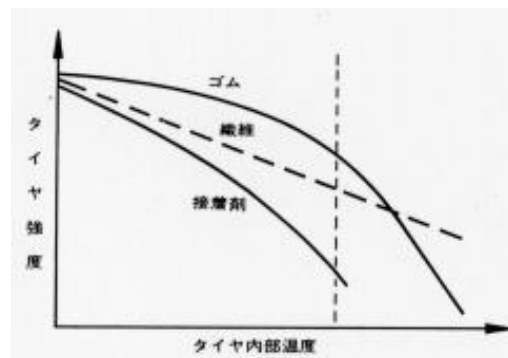


図 3 - 3-10 ヒートセパレーション

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 許容値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 許容値を越える場合は、積荷または走行速度を減らすか、TKPH 許容値の高いタイヤに交換する必要がある。

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

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

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

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 - 3-3 タイヤの TKPH 許容値の例

タイヤサイズ	形 式	1 6	2 7	3 8
18.00-25	E3	219	204	182
	E4(CR)	175	161	146
	R・S	306	285	255
18.00-33	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、轍の発生は運搬機の高速度運転を妨げ、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、搬土機械の高速度化を図り、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。重ダンプの大型走路では、30 t級のウォータワゴンや4.9m級の大型グレーダがよく利用される。