

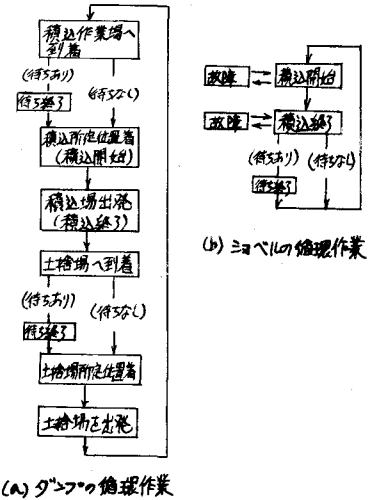
土工重機の組合わせに関する研究

京都大学工学部 正員 畠 昭治郎
奥 村 勉 正員 〇井宮 秀雄

1. まえがき 近年、建設機械の発達し、これらの組合わせが重要な問題となる。本報告では、土工に一般的に使用されるショベルとダンプトラックの組合わせを取り上げる。ショベル・ダンプトラックシステムを解析するにはシミュレーションによる方法が最適である。ショベル・ダンプトラックシステムのモデルを図1に示す。ダンプが積込場、土捨場に既知の確率分布にしたがって到着する。そして既知の確率分布で積込、土捨を行ない、積込場、土捨場を出て行く。ただ積込箇所、土捨箇所が限られているので、他のダンプが仕事をしている間に作業場に入ってきたダンプは前に到着したダンプが仕事を終えるまで待てなければならぬ。そして、何れものダンプが待っている間に一指最初に作業場に入ってきたダンプが一指最初に作業場を出る。ダンプが来ない間は作業場設備は休止している。またショベルは常に故障の危険にさらされている。このような現象は大きく分けて動的要因つまりダンプと静的要因つまり作業場設備の2つに分けられる。動的要因がある確率分布にしたがって静的要因を占有する。以上のようにダンプの走行時間、ショベルの積込時間を確率分布としてとらえ、稼働率つまりショベルの休止時間、ダンプの待ち時間に注目して、システムの最適化を図らんとする。

2. シミュレーション

ダンプの走行時間、ショベルの積込時間を正規分布と指数分布のたたみこみであると考ええる。ショベル・ダンプトラックシステムに影響を与える要素としては、(1)ショベルの台数、(2)ダンプの台数、(3)土捨場の箇所、(4)土捨場～積込場間のダンプ走行時間の確率分布、(5)積込場～土捨場間のダンプ走行時間の確率分布、(6)積込場～積込所定位置間のダンプ走行時間の確率分布、(7)土捨場～土捨所定位置間のダンプ走行時間の確率分布、(8)ショベルによる積込時間の確率分布、(9)ダンプによる土捨所要時間の確率分布等があげられる。このような諸要素を忠実に解析することができるプログラムの作成が必要となる。そこで、動的要因と静的要因の組合わせた土工に一般的に使用されるべきプログラムをFORTRANにより作成した。このプログラムの性格は現実のシステムでものが動いているのと同様の方法で、シミュレーションモデルのブロックからブロックへ動的要因を動かす。各動的要因の動く方法は連続時点でシステムをシミュレートするのではなく、次に最も近い時点で起きる出来事の時点に各動的要因がブロックからブロックへと進行する。したがって、ブロックはシステムを動かすステップとなる。ブロックの具体例をあげると、積込



(a) ダンプの修理作業

図1 システムのモデル化

場へ土捨場，土捨場～横込場間をダンプが走行する動作，ショベルがダンプに横込を行なう動作，ダンプが土捨場，横込場に到着する動作，作業場を出発する動作，ダンプが土捨場を行なう動作，ダンプが作業場に到着した際，作業場が空いているかどうかの判定，ショベルが故障する動作等である。これらのブロックは何回も使用されるため，サブルーチンの形でプログラムに組み込まれる。シミュレーションに用いられるブロックは，MINTIM，SKIP，RUNTIM，STIM，EVENT，TRB65，TRB35，RELEASE，RST35，RST15，RCNE，JUDPT，ACINTV等である。ショベルが3台，土捨所定位置が3箇所の場合のフローチャートを図2に示す。

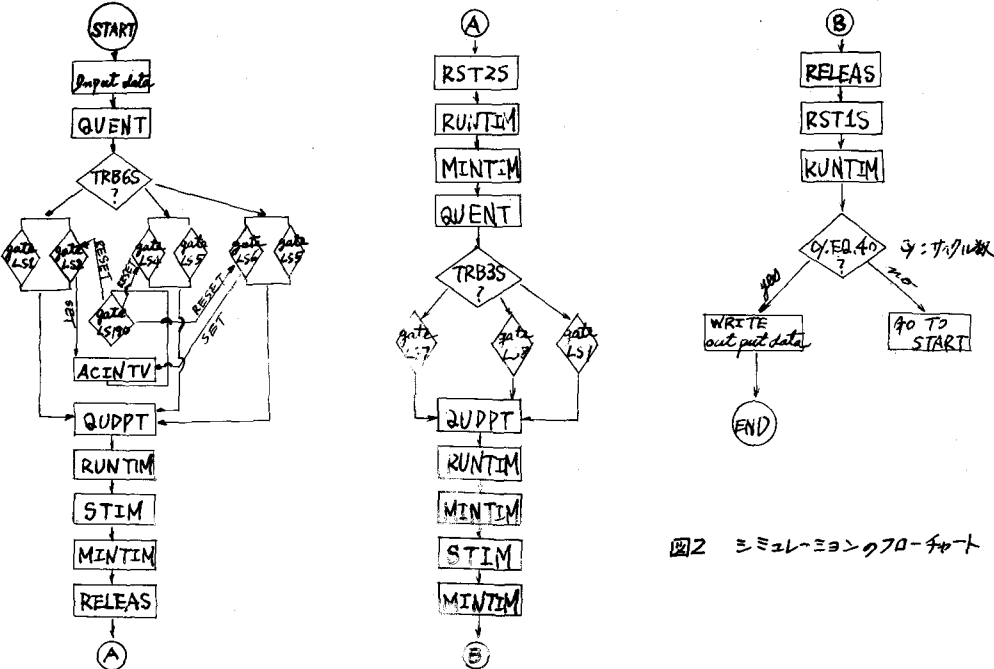


図2 シミュレーションのフローチャート

ショベルの台数，土捨所定位置の数は現状には限られており，ショベルが3台と土捨所定位置が3箇所，ショベルが3台と土捨所定位置が2箇所，ショベルが2台と土捨所定位置が1箇所の4ケースにわけて試みた。そこで，図2に示したフローチャートに基づき，電子計算機によりシミュレーションを行ない，仮定されたダンプ台数のおのづからダンプがシステムを出入りした時点でそのショベルの遊休時間，ダンプの待ち時間を求めた。その結果，各走行経路におけるダンプの待ち時間の正規分布百分分散の变化はショベルの遊休時間，ダンプの遊休時間に影響を及ぼさないことが知られ，システムに影響する要素はダンプの台数と遊休時間である。そこで，これらの要素とショベルの遊休時間，ダンプの待ち時間との関係に重回帰分析により求めた。そして，二期，二期，二期にショベル，ダンプの稼働率を導入することにより，システム全体の最適計画が線型計画法により実行されることを示した。シミュレーション結果は頭項表に報告する。