

大塚砕石工業所

大西好雄

近畿大学

小川康彦

同

松垣省三

1. まえがき 建設に必要な基礎材料である骨材は、河川砂利の規制により、碎石が主流化する傾向にある。中小企業の多い碎石業界は合理化をはかるとともに、産業公害の解決が迫られているが、本報は、1現場を対象として、調査・観測を行ない、骨材の製造過程を明らかにして、これらの問題点を検討したものである。

2. 骨材の製造過程 碎石は、道路用・コンクリート用・道床用バラスト等が主なる商品である。原石が製品となるまでの過程と使用される主要な建設機械は、図-1の如く表わされる。破碎技術は、人力の時代から逐次、機械化してきた。プラントの合理的な運用のためには、建設機械の選定と組合せ、そして作業管理が重要である。

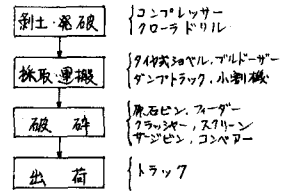


図-1 骨材製造過程と主要な建設機械

3. 原石の採取・運搬の作業解析 原石の採取・運搬におけるダンプトラックとショベルの組合せは、合理化対策の問題のひとつである。剥土・発破等の先行作業が終了した後の積込・運搬・投入の繰り返し作業は、ダンプトラックの作業の流れをもとにして、図-2の如くなる。記号は作業時間を示す。

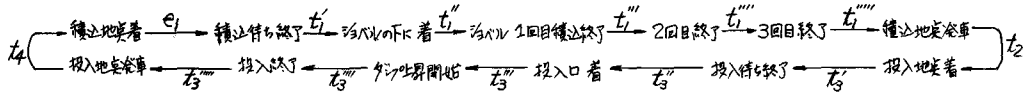


図-2 作業の流れ図

ここで $t_1 = t_1' + t_1'' + t_1''' + t_1''''$ を積込作業時間、 t_2 を積搬運搬作業時間、 $t_3 = t_3' + t_3'' + t_3''' + t_3''''$ を投入作業時間、 t_4 を空車運搬作業時間、 t_5 を積込待ち時間、 t_6 を投入待ち時間と定義する。

ショベルとダンプトラックを組合せた場合のダンプトラックの台数は(1)式によって求められる。Cはショベルの積込時間である。

$$N = 1 + \frac{t_1' + t_2 + t_3 + t_4}{C} \quad (1)$$

待ち時間 t_1, t_2 の算定には、待ち時間理論を用いることができるが、複雑になると解析は困難である。本報は、図-3に示す工場の現場において、A, B, Cの3箇所で2m³の小型ショベルで10トン積みダンプに積込する場合と、B地味では3.5m³の大型ショベルで15トン積みダンプに積込する場合の、積込待ち時間、投入待ち時間、作業効率等をモンテカルロ・シミュレーションを用いて、比較検討した。なお、投入口では、同時に2台までサービス可能とする。 t_1, t_2, t_3, t_4 の作業時間は、近似的に、正規分布に従うものと仮定した。図-4において μ は平均値、 σ は標準偏差。

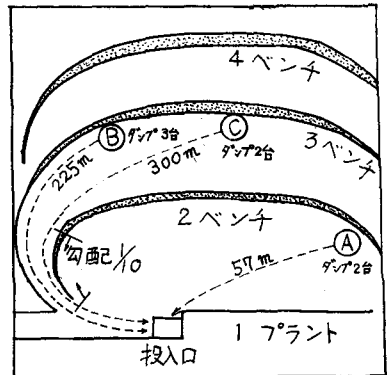


図-3 工場の原石採取・運搬位置図

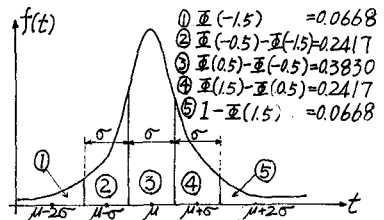


図-4 正規分布

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} \dots\dots\dots (2) \quad \varphi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{u^2}{2}} \dots\dots\dots (3) \quad \Phi(u) = \int_{-\infty}^u \varphi(u) du \dots\dots\dots (4)$$
[illegible]

表-2 A,B,Cを組合せた場合の作業時間 および作業量

なお、1日も通しての観測によれば、作業効率
は時間の経過とともに、低下する傾向にある。
原因として、①オペレーターの疲労、②中間サージ
ビンの容量、③破砕機械の故障が考えられる。

5. 作業管理および品質管理 図-6に示す如く、
工程の各段階において、作業管理と品質管理が
行われており、プラントの合理化、安全管理を
実施するには、総合的管理手法の確立が必要である。

図-5 破砕のフローシート

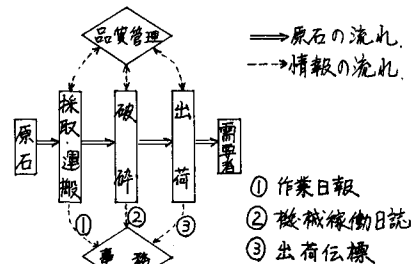


図-6 作業管理情報の流れ図.