

V-98 建設機械の施工能率について

京都大学 正員 畠 昭治郎

施工の合理化を推進するためには、その基礎となるところの 施工機械の作業速度 あるいは 施工歩掛り というものを正確に把握しなければならない。このことは 施工計画をたてる上における根本問題である。

施工歩掛り ないしは 作業速度の 個々の値については、永年の経験と多くのすぐれた研究によって 詳細なデータが求められ、各方面において、それぞれの積算の基礎資料として利用されている現状である。

しかしながら、最近における建設機械の著るしい進歩発達にともない、これらの数値のなかには訂正せねばならないものもあることと考えられる。

たとえば、出力の増大、トルク・コンバーター駆動、パワー・シフト方式、フィンガー・コントロールなどの採用により、作業能力も操縦性も一段と向上しているほか、日常整備もほとんど不要になり、故障も少なくなってきたから、各機械の稼働率は かなり向上しているはずであり、作業速度も増大しているものと考えられるが、実際には、作業条件の多様性や、偶発的な時間損失などの間にかくされてしまって、判断とは現われてきていないようである。

本研究はこのような諸点を解明するために、第一段階としてまず、建設機械の作業速度とあらわす一般式を検討し、これに影響をおよぼす因子をあげ、つぎにもっとも基本的なものの一つとして、ブルドーザー作業を例にとって、これら諸因子の影響と理論的・実験的に解析し、もって施工歩掛り改正の一資料とすることを目的としたものである。

作業速度の一般式

施工歩掛りは作業速度の逆数に比例するから、作業速度がわかれば 施工歩掛りは直ちに求められる。

一般に、反覆繰返し作業を行う機械の 長期間にわたる平均作業速度 Q (単位は普通 m^3/hr あるいは m^2/hr) は、次式のようにあらわすことができる。

$$Q = \frac{T_w}{T_T} n q = \frac{T_M}{T_T} \frac{T_w}{T_M} \frac{60}{\tau} \frac{g}{g_0} q_0 = \frac{60}{\tau} \frac{T_M}{T_T} \frac{g}{g_0} \frac{T_w}{T_M} q_0 \\ = \frac{60}{\tau} E_v E_w E_n q_0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、

T_w : 実作業時間 (工事の主目的たる作業を行っている時間)

T_T : 総時間 ($T_T = T_M + T_P + T_R$)

T_M : 運転時間 (実作業時間 T_w と主目的以外の作業に費した時間との和)

T_P : 休止時間 (雨天、休日、手待ち、移動などのための運転休止時間)

T_R : 整備修理時間 (日常・定期整備および故障修理・調整に要する時間)

n : 1時間当りの作業回数

τ : サイクルタイム (1循環作業に要する時間) (単位 min)

q_0 : 循環作業1回当りの理論作業量 (m^3 または m^2)

q : 循環作業1回当りの実際作業量 (m^3 または m^2)

E_u : 稼働率 ($\equiv T_m / T_r$)

E_v : 容量係数 ($\equiv q / q_0$)

E_w : 機能率 ($\equiv T_w / T_m$)

がある。

稼働率 E_u は、機械および整備の良否、天候、工事計画の適否により大きく影響され、

容量係数 E_v は、土質、地形、天候、作業方法、運転技術などによって異なり、

機能率 E_w は、作業の難易、段取の巧拙、運転技術、手待ちの多少などによって、大きな影響を
与えるものである。

ブルドーザーの作業速度

もっとも基本的なブルドーザーの掘削運搬作業の作業速度をあらわす式は、前述の (1) 式に
あ

$$\tau = \frac{l}{v_1} + \frac{l}{v_2} + c \quad \text{----- (2)}$$

とおけばよい。ここで、 l は運土距離、 v_1 は押土速度、 v_2 は後退速度、 c はギア入れ換えに要
する時間であることは周知のとおりである。

(1)、(2) 両式の係数および物理量の間には、種々の関係が考えられるが、もっとも複雑なものは E_v で、 l 、 v_1 とは密接なつながりがあることがわかる。

q_0 : いわゆる bowl capacity で、排土板の高さおよび幅の函数であるが、その他、排土板面の
曲率、刃先の角度、排土板全体としての仰角の影響を受ける。実験によれば、仰角は砂質土、粘質土
とも、約 15° が最適であり、排土板面の曲率は、土質によって適値が異なるとされている。また新し
い形の排土板は、同一寸法の旧形に比較して、約 5% 容量が増している。

v_1, v_2 : トルク・コンバーターの採用により、 v_1 は負荷の変動によく追随し、 v_2 は一段と高
速化された。タイム・スタディによれば、旧式との相違ははっきりしている。

c : これもパワー・レフトの採用により著るしく短縮された。実験結果によれば、平均約 0.1
min で、従来の値の数分の一になっていることが確かめられた。

E_v : これには、土質、含水比、運土勾配、運土距離、運土速度、運土方法 (たとえば slot
dozing など)、作業の種類、細部計画の適否、運転技術などが影響をおよぼす。

過去の data および現地実験の結果によれば、 E_v の値は、低含水比の砂質シルトにおいて大きく、
下り勾配に比例して増大し、運土距離に逆比例する。運土速度については、トルク・コンバーター付
きのものである、1速と2速とではそれほど大きな差はあらわれないが、これも土質によって異なる。
また、slot dozing はきわめて有効であり、巧みに利用すれば、運土距離の増大による E_v の低下
を完全に防ぐことができる。

終りに本研究に所協力頂いた、近畿地方建設局 およびブルドーザー工事株式会社に深謝の意を
表する次第である。