

# V-101 コンクリートのポンプ圧送におけるRubbing抵抗

舞鶴工業高等専門学校 正員 岡本 寛昭

## 1. まえがき

コンクリートのポンプ圧送においては、管壁に生じるRubbing抵抗が、その圧送性を支配する大きな要因であると考えられる。<sup>1)</sup> 本研究は、ポンプ圧送負荷圧の算定について考慮を加え、さらに、国内外の既往の研究成果により、普通コンクリートのポンプ圧送におけるRubbing抵抗について、比較検討を行ったものである。

## 2. Rubbing抵抗とポンプ圧送負荷圧(ポンプ吐出圧)について

ポンプ圧送によつて、管内を普通のコンクリートが流動する場合、その流動は、巨視的にみると、固体栓が管壁面をスリップして、移動が生じると考えられる。この考察に基づいて、図1に示した水平直管において、微小距離 $dx$ における力のつもりあいは、次式で表わされる。

$$P \cdot \frac{\pi D^2}{4} - (P + dP) \cdot \frac{\pi D^2}{4} - R \pi D dx = 0 \quad (1)$$

$$R = -\frac{D}{4} \cdot \frac{dP}{dx} \quad (2)$$

ここで、 $P$ : 距離 $x$ における管内圧力、 $dP/dx$ :  $dx$ における圧力差、  
 $D$ : 管径、 $R$ : Rubbing応力、管壁の単位表面積当たりの力である。

$x=L$  ;  $P=0$  であるから、(2)式を解くと、(3)式を得る。

$$P = \frac{4}{D} \cdot R(L-x) \quad (3)$$

ポンプ圧送負荷圧 $P_0$ は、 $x=0$ ,  $P=P_0$

$$P_0 = \frac{4}{D} \cdot R L \quad (4)$$

次に、Rubbing応力は、一般に、(5)式にて評価される。

$$R = R_0 + KV \quad (5)$$

ここで、 $R_0$ :せん断付着力、 $K$ :速度係数、 $V$ :平均流速

一般に、配管は、垂直管、曲り管、テーパー管、フレキシブル管が用いられ、これらの管は、水平直管に比べて、Rubbing応力が増大する。これらの管を考慮した、ポンプ圧送負荷圧 $P_0$ は、次式で求められる。

$$P_0 = \sum \frac{4}{D_h} R_h L_h + \sum \frac{4}{D_v} R_v L_v + \sum \frac{4}{D_b} R_b L_b + \sum \frac{4}{D_t} R_t L_t + \sum \frac{4}{D_f} R_f L_f \quad (6)$$

ここで、 $D_i$ :寸法 $i$ の管径、 $R$ および $L$ の添字は、 $h$ :水平直管、 $v$ :垂直管、 $b$ :曲り管、 $t$ :テーパー管、 $f$ :フレキシブル管を表す。各管のRubbing応力を、水平直管のそれとの比で表わすと、 $\alpha_h = R_v/R_h$ 、 $\alpha_b = R_b/R_h$ 、 $\alpha_t = R_t/R_h$ 、 $\alpha_f = R_f/R_h$ とし、 $P_0$ は次式で求められる。

$$P_0 = \frac{4}{D_h} R_h (\sum L_h + \sum \alpha_v L_v + \sum \alpha_b L_b + \sum \alpha_t L_t + \sum \alpha_f L_f) \quad (7)$$

## 3. 既往の研究成果によるRubbing応力の比較検討

Weber<sup>2)</sup>、Loadwick<sup>3)</sup>、森永<sup>4)</sup>、毛見<sup>5)</sup>、山根ら<sup>6)</sup>の研究によるRubbing応力と流速の関係は、スランプ別に図2に示すとおりである。かなりの差異が認められるが、スランプ値が大きくなる程、 $R$ は減少していく。スランプ値と $R$ および $K$ の関係は、図3に示すとおりである。森永、毛見による $\alpha_v$ 、 $\alpha_b$ 、 $\alpha_t$ を、図4～7に示すとおりである。

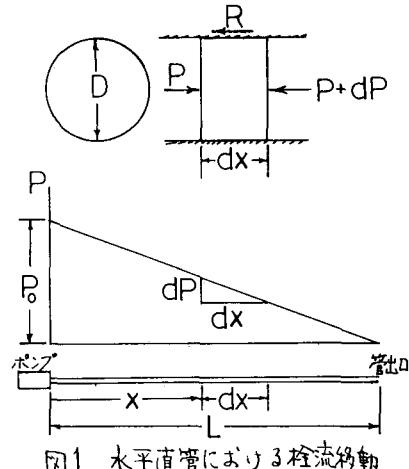


図1 水平直管における栓流運動

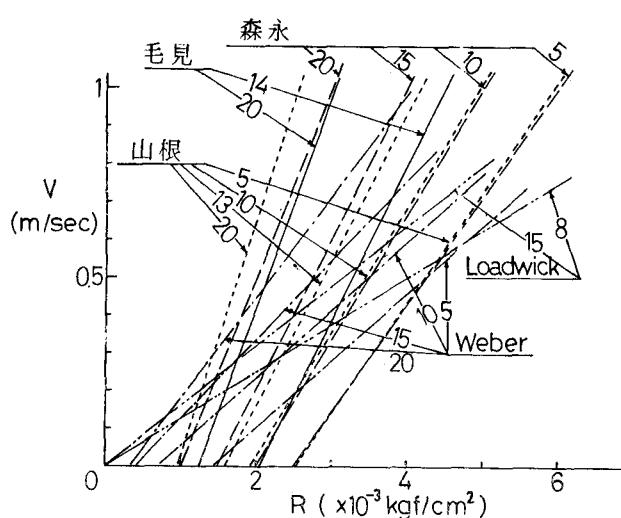


図2 Rubbing応力Rと表速Vの関係(図中の数値はスランプ値)

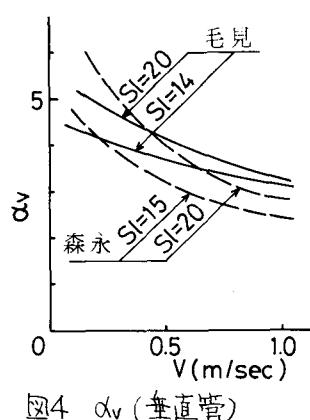


図4  $\alpha_v$ (垂直管)

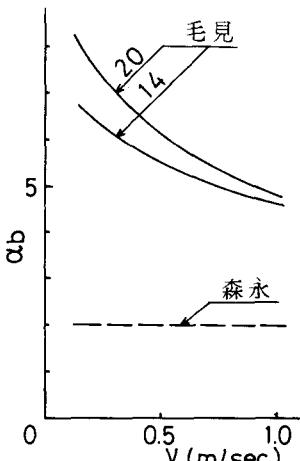


図5  $\alpha_b$ (曲管, 水平10°)

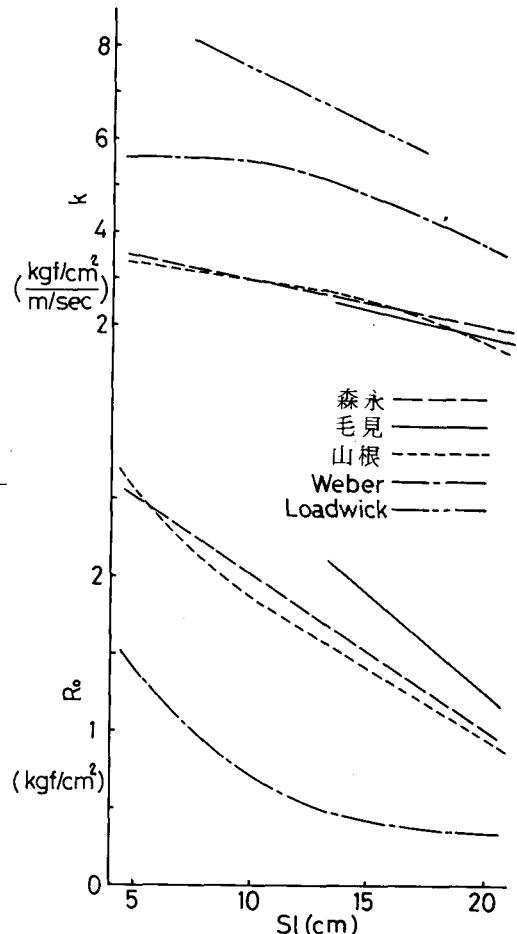


図3 スランプ値と $R_0$ および $\alpha_b$ の関係

前席、御指導頂いた都立大学  
村田二郎教授に深謝いたします。  
参考文献

- 1) 森永; フレッシュコンクリート金属固体面のRubbing抵抗, 71, 3, コンクリート物性値の測定並に拳動に関するシンポジウム文集, 土木学会 (1983), 2) Weber; The transport of concrete by pipeline, CCA Library translation, from Rohrverarbeitung von Beton, 1963, 3) Loadwick; Some factors affecting the flow of concrete through pipelines, Proc. of Hydrottransport 1, 1970, 4) 森永; コンクリートポンプ管内圧差と圧送量に関する研究, コンクリートジャーナル, Vol.9, No.7, 1971, 5) 毛見; コンクリートポンプ工法の現場への適用に関する研究, 戸田建設技術研究報告集, 1975, 6) 山根, 佐久田, 佐藤; コンクリートポンプの圧送負荷の算定, 日本技術研究報道第19号, 1978

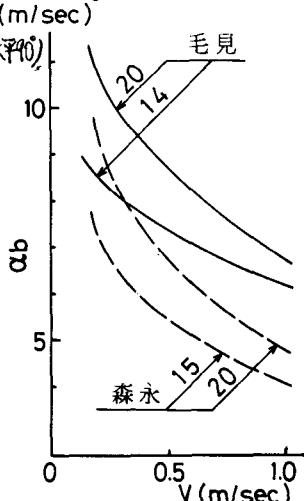


図6  $\alpha_b$ (曲管, 鉛直90°)

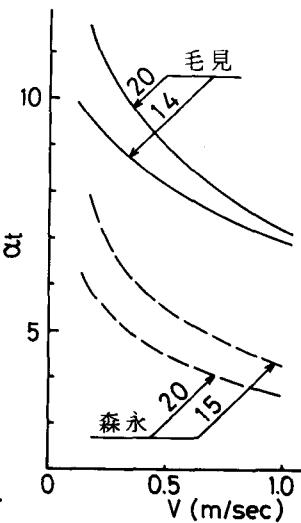


図7  $\alpha_t$ (テーパー管)

(注) 図4~7の図中の数値はスランプ値を表す。