

棒浮子の補正係数に関する一提案

藤 芳 義 男*

棒浮子の補正係数公式はいろいろ発表されているが、いずれも一長一短があり、実用上困ることが多い。ここでは、Boussinesq の流速分布公式から誘導した公式を中心とし、流心が水面下、あるいは水面上架空点にあるときの公式をも誘導し、従来の公式と比較対照する。さらに、補正係数 f が流速係数 c を含み、

$$f = \frac{1}{1 + \frac{\delta}{c}}$$

の形にあるとき、未知数である c も簡単に、

$$v_m = v_l - \delta \sqrt{RI}, c = v_l / \sqrt{RI} - \delta$$

で算定されることも明示しよう。

1. 補正係数 f

日本において、洪水流量の測定に棒浮子を使用することは至上命令となるが、測定された浮子流速 V_l から河川の平均流速 v_m を算定する補正係数 f の公式こそ重要となる。戦前に発表され、日本で利用された公式はおよそつぎの4公式であろう。

Francis $f = 1.012 - 0.116 \sqrt{1 - \frac{l}{H}}$ (1)

Miyamoto¹⁾ $f = 1.045 - 0.239 \sqrt{1 - \frac{l}{H}}$ (2)

Mononobe²⁾ $f = \frac{1}{1 + \frac{12}{c} \left\{ 1 - 2.50 \left(\frac{l}{H} - 0.3 \right)^2 \right\}}$
(3)

Aki³⁾ $f = \frac{1}{1 + \frac{20}{3c} \left\{ 1 - 3a + 3a \frac{l}{H} - \left(\frac{l}{H} \right)^2 \right\}}$
(4)

ただし、 H : 水深、 l : 棒浮子の吃水長、 aH : 流心の位置(水深)

Francis 公式はかなり広く用いられているが、木製水路($H=2.7$ m)の実験から得たのであるから、 $c=78$, $n=0.015$ のような緩流にしか適用できないわけである。この欠点を補なうため、宮本はその内務省在職中に日本河川の洪水観測に適格な公式として式(2)を発表したもの

* 正会員 工博 熊本大学教授 工学部土木工学科

である。宮本公式は Francis 公式と同じ型としたが、 $c=40$, $n=0.03$ 程度の洪水に適用できる。これに対して、いかなる流速係数 c の水流にも適用できるようにしたのが物部公式であり、また安芸公式である。しかし物部公式では補正係数があまりに小さく算出され、逆に安芸公式ではあまりに大きく算出される。そこで同氏はさらに⁴⁾、

$$f = \frac{1}{1 + \frac{20}{3c} \{1 - 3a + 6am - 3m^2\}}$$

ただし、 mH : 流速と浮子流速の一致点を発表した⁵⁾が、 a や m を含む公式の繁雑さがある。戦後安芸の流れを汲む春日屋⁶⁾は、さらに適格な公式の案出を試み、独自で誘導した流速鉛直分布公式、

$$v = \frac{v_m}{p} \left\{ pk + 2\alpha \left(\frac{z}{h} \right) - \left(\frac{z}{h} \right)^2 \right\}$$

から出発して、

$$f = \frac{v_m}{v_f} = \frac{p}{pk + 2\alpha m - m^2}, p = \frac{1 - 3\alpha}{3(k-1)}, k = \frac{v_s}{v_m}$$

.....(5)

ただし、 αH : 最大流速点の水深、 v_s : 水面流速、

mh : 浮子流速と等流速点の水深

の公式を得た。この公式では、すでに流速係数 c を除いたのであり、その代りに最大流速点の水深を入れている。しかし、これでも α や m の認定が流量観測では困難なため、

$$f = 1.053 - 0.214 \sqrt{1 - \frac{l}{H}}$$

.....(6)

の簡易公式も発表している。これは宮本公式に近い。

2. Boussinesq の鉛直流速分布と補正係数公式

Boussinesq は流心が水面にある場合について理論的に流速の鉛直分布曲線を誘導している。

$$v = v_m \left[1 + \frac{k}{6c} \left\{ 1 - 3 \left(\frac{z}{H} \right)^2 \right\} \right]$$

.....(7)

ただし、 v : 深さ z の点の流速

v_m : 平均流速

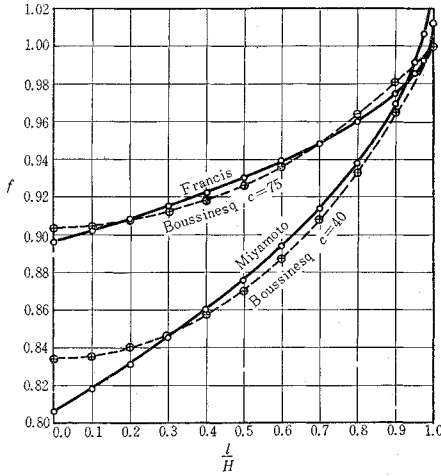
k : 定数

k は Bazin の実験では 48 となる。これをそのまま受け入れると、

表-1

l/H		0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
f	$c=75$	0.903	0.904	0.907	0.912	0.918	0.926	0.936	0.948	0.964	0.981	1.0
	$c=40$	0.834	0.835	0.840	0.846	0.857	0.870	0.887	0.908	0.933	0.965	1.0

図-1 Boussinesq 補正係数 f



$$v = v_m \left[1 + \frac{8}{c} \left\{ 1 - 3 \left(\frac{z}{H} \right)^2 \right\} \right] \dots\dots\dots (8)$$

と簡単になる。

いま v_l を棒浮子の流速とし、それが水面から $z=l$ 点までの平均流速になると考えると、

$$v_l = \frac{1}{l} \int_0^l v dz$$

これを算出すれば、

$$v_l = v_m \left[1 + \frac{8}{c} \left\{ 1 - \left(\frac{l}{H} \right)^2 \right\} \right] \dots\dots\dots (9)$$

となる。補正係数 f は、

$$f = \frac{v_m}{v_l} = \frac{1}{1 + \frac{8}{c} \left\{ 1 - \left(\frac{l}{H} \right)^2 \right\}} \dots\dots\dots (10)$$

となる。 $c=75$, $c=45$ のときの補正係数は、表-1 のとおり算定される。これを Francis, 宮本公式と比較して見ると、図-1 に示すように、かなり合致することを発見する。違うのはおもに水面の近くであり、両公式とも水面流速が Boussinesq 公式より小さくとってあることを示している。

3. 最大流速点の位置 $z=aH$ の導入

式(8)では最大流速点は水面にある。ところが、最大流速点が水面下、 $z=aH$ の点にあるときはどうなるか。流速分布曲線は

$$v = v_m \left[1 + \frac{\delta_0}{c} \left\{ 1 - \alpha_0 \left(\frac{z}{H} - a \right)^2 \right\} \right] \dots\dots\dots (11)$$

で示されよう。ここで2つの条件をもって δ_0, α_0 を定め

よう。

第一の条件は、流速 v の $0 \sim H$ 間の平均値が v_m そのものであるべきである。

$$v_m = \frac{1}{H} \int_0^H v dz = v_m \left[1 + \frac{\delta_0}{c} \left\{ 1 - \alpha_0 \left(\frac{1}{3} - a + a^2 \right) \right\} \right]$$

これは、

$$1 - \alpha_0 \left(\frac{1}{3} - a + a^2 \right) = 0$$

の条件を示す。それは、

$$\alpha_0 = \frac{1}{\frac{1}{3} - a + a^2} \dots\dots\dots (12)$$

であることがわかる (表-2 参照)。

表-2

a	0.0	0.1	0.2	0.3
α_0	3.0	4.10	5.78	8.13

第二の条件は、 $z=aH$ 点に生ずる最大流速をいかほどにするかである。ここでは、 $a=0$ の Boussinesq 公式の水面流速 (最大流速) と同じだと仮定しよう。現実にはそれより大きい場合、小さい場合といろいろであろうが、同じだとするのがもっとも近似的といえよう。それなら、

$$\delta_0 = 8$$

と一定する。

$$a=0 \quad v = v_m \left[1 + \frac{8}{c} \left\{ 1 - 3 \left(\frac{z}{H} \right)^2 \right\} \right]$$

$$a=0.1 \quad v = v_m \left[1 + \frac{8}{c} \left\{ 1 - 4.10 \left(\frac{z}{H} - 0.1 \right)^2 \right\} \right] \dots\dots\dots (13)$$

図-2 流速の鉛直分布と a の値

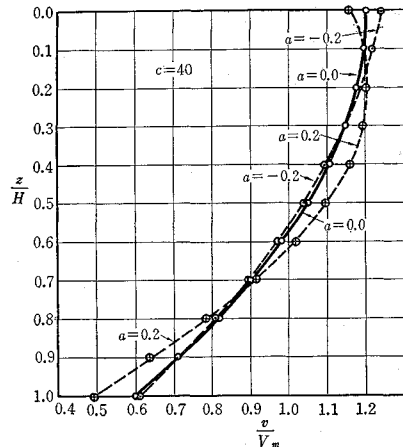


表-3 補正係数 f の値と a

($c=70, c=40$ の場合)

c	l/H	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
70	$a=-0.3$	0.889	0.893	0.900	0.907	0.914	0.924	0.936	0.949	0.964	0.982	1.0
	$a=0.1$	0.907	0.903	0.903	0.907	0.912	0.918	0.928	0.942	0.958	0.978	1.0
	$a=0.2$	0.925	0.918	0.912	0.910	0.912	0.918	0.925	0.937	0.954	0.975	1.0
	$a=0.3$	0.973	0.950	0.935	0.925	0.920	0.920	0.925	0.935	0.950	0.973	1.0
40	$a=-0.3$	0.820	0.825	0.834	0.848	0.860	0.875	0.893	0.915	0.940	0.968	1.0
	$a=0.1$	0.848	0.844	0.844	0.848	0.855	0.867	0.882	0.903	0.928	0.960	1.0
	$a=0.2$	0.875	0.862	0.855	0.852	0.855	0.862	0.875	0.896	0.923	0.959	1.0
	$a=0.3$	0.950	0.916	0.891	0.875	0.868	0.868	0.875	0.891	0.916	0.950	1.0

$$a=0.2 \quad v=v_m \left[1 + \frac{8}{c} \left\{ 1 - 5.78 \left(\frac{z}{H} - 0.2 \right)^2 \right\} \right] \quad \dots\dots\dots(14)$$

$$a=0.3 \quad v=v_m \left[1 + \frac{8}{c} \left\{ 1 - 8.13 \left(\frac{z}{H} - 0.3 \right)^2 \right\} \right] \quad \dots\dots\dots(15)$$

これを図示したのが 図-2 である。
この流速分布公式 (11) から補正係数を誘導する。

$$\begin{aligned} v_l &= \frac{1}{l} \int_0^l v dz \\ &= v_m \left[1 + \frac{\delta_0}{c} \left\{ 1 - \alpha_0 \left(\frac{1}{3} \frac{l^2}{H^2} - a \frac{l}{H} + a^2 \right) \right\} \right] \\ &= v_m \left[1 + \frac{\delta_0}{c} \left\{ 1 - \frac{\alpha_0}{3} \left(\frac{l^2}{H^2} - 3a \frac{l}{H} + 3a^2 \right) \right\} \right] \end{aligned}$$

ここで、

$$\frac{l^2}{H^2} - 3a \frac{l}{H} + 3a^2 = \left(\frac{l}{H} - \frac{3}{2} a \right)^2 + \frac{3}{4} a^2$$

となるから、

$$v_l = v_m \left[1 + \frac{\delta_0}{c} \left\{ 1 + \frac{1}{4} a^2 \alpha_0 - \frac{\alpha_0}{3} \left(\frac{l}{H} - \frac{3}{2} a \right)^2 \right\} \right]$$

いま形を整えて、

$$\begin{aligned} v_l &= v_m \left[1 + \frac{\delta_0}{c} \left(1 - \frac{1}{4} a^2 \alpha_0 \right) \right. \\ &\quad \left. \times \left\{ 1 - \frac{\alpha_0}{3 \left(1 - \frac{1}{4} a^2 \alpha_0 \right)} \left(\frac{l}{H} - \frac{3}{2} a \right)^2 \right\} \right] \end{aligned}$$

とすると、補正係数 f は、

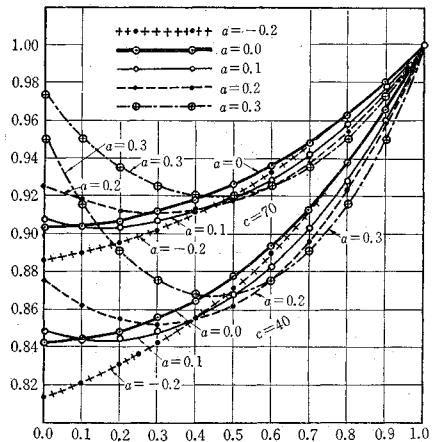
$$f = \frac{v_m}{v_l} = \frac{1}{1 + \frac{\delta}{c}} \quad \dots\dots\dots(16)$$

$$\delta = \delta_0 \left(1 - \frac{1}{4} a^2 \alpha_0 \right) \left\{ 1 - \frac{\alpha_0}{3 \left(1 - \frac{1}{4} a^2 \alpha_0 \right)} \left(\frac{l}{H} - \frac{3}{2} a \right)^2 \right\} \quad \dots\dots\dots(17)$$

で表わせる。かなり複雑ではあるが、 α_0, δ_0 が流速公式で示されるから、 $a=0.1, 0.2, 0.3$ の場合を算定しよう (表-3 参照)。

$$\begin{aligned} a=0.0 \quad \delta &= 8 \left\{ 1 - \left(\frac{l}{H} \right)^2 \right\} \\ a=0.1 \quad \delta &= 7.92 \left\{ 1 - 1.38 \left(\frac{l}{H} - 0.15 \right)^2 \right\} \quad (18) \end{aligned}$$

図-3 浮子の補正係数 f と a の値



$$a=0.2 \quad \delta = 7.41 \left\{ 1 - 2.08 \left(\frac{l}{H} - 0.3 \right)^2 \right\} \quad \dots(19)$$

$$a=0.3 \quad \delta = 6.56 \left\{ 1 - 3.31 \left(\frac{l}{H} - 0.45 \right)^2 \right\} \quad (20)$$

いま $c=70, c=40$ について算定してみると、図-3 のように、最大流速点が水面下に下るほど、補正曲線は弯曲してくる。

$a=0.2$ の公式は物部博士が志ざされた公式に該当する。この場合の最大流速点は水深の $z=0.2H$ の点にあり、この公式は最大流速が水面下にある場合の代表公式ともなるから“新物部公式”とも呼称されるにふさわしい。

4. $a > 0$ の場合

以上では、最大流速点は水面または水面下にある場合である。一般に洪水の減水期や堰き上げ背水では $a > 0$ となり、洪水の最高水位付近や等流近くではほぼ $a=0$ となるが、洪水の激しい増水期や著しい低下背水では明らかに $a < 0$ となる。 $a < 0$ のときの最大流速点(極大点)が水面上の架空点になるわけである。

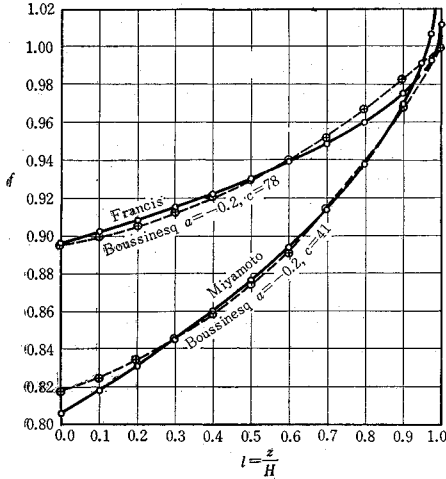
たとえば $a=-0.2$ のときを式 (12) で算定すると、

$$\alpha_0 = \frac{1}{\frac{1}{3} + 0.2 + (0.2)^2} = 1.75$$

表-4

l/H		0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
f	$c=78$	0.895	0.900	0.905	0.912	0.920	0.929	0.940	0.952	0.967	0.983	1.000
	$c=41$	0.818	0.825	0.835	0.845	0.858	0.874	0.891	0.914	0.938	0.968	1.000

図-4 $a=-0.2$ のときの補正係数 f



となる。 δ_0 は水面上 $0.2H$ の架空点の流速をどうとるかによって異なってくるが、ここでは $z=0.2H$ の水面下の点で、 $a=0$ の公式 (8) と同じ値をとるものと仮定しよう。それはちょうど水底流速がほぼ共通になるからでもある。

かように考えると、

$$\delta_0 = \frac{8(1-3 \times 0.2^2)}{(1-1.75 \times 0.4^2)} = 9.78$$

となり、流速公式は、

$$v = v_m \left[1 - \frac{9.78}{c} \left\{ 1 - 1.75 \left(\frac{z}{H} + 0.2 \right)^2 \right\} \right] \quad (21)$$

となる。補正係数も前と同じようにして算定すると、

$$\left. \begin{aligned} a = -0.2 \quad f &= \frac{1}{1 + \frac{\delta}{c}}, \\ \delta &= 9.60 \left\{ 1 - 0.595 \left(\frac{l}{H} + 0.3 \right)^2 \right\} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (22)$$

となる。この公式でいま $c=78$ と $c=41$ のときを計算すると表-4 となり、図-4 に示されるように、 $c=78$ のときが、Francis 公式に、 $c=41$ のときが宮本公式に酷似してくる。それは、とりも直さず、この公式が両公式を代表することを示している。この公式は洪水の増水期や低下背水状態の水流に妥当となるが、Francis 公式の $z=0.0 \sim 0.7H$ の区間、宮本公式の $z=0.25 \sim 0.9H$ の区間を代理し、そのほかの c のときを示す公式であるから、公式 (22) は“新宮本公式”と呼称するに値しよう。

6. 未知数 c の算定

以上の補正係数公式は、いずれも c を含み合理化されているが、 c は流速係数でいわば未知数である。だから安芸公式では近似計算をするか、図表計算することになっているが、それはむだである。なぜなら、

$$\begin{aligned} \frac{\text{平均流速 } v_m}{\text{浮子流速 } v_l} &= f = \frac{1}{1 + \frac{\delta}{c}} = \frac{c}{c + \delta} = \frac{c \sqrt{RI}}{(c + \delta) \sqrt{RI}} \\ &= \frac{v_m}{v_l} \end{aligned}$$

の式で示されるように、実は、

$$v_l = (c + \delta) \sqrt{RI} \quad \dots\dots\dots (23)$$

であるから、平均流速は簡単にしかも一挙に、

$$v_m = c \sqrt{RI} = v_l - \delta \sqrt{RI} \quad \dots\dots\dots (24)$$

$$c = \frac{v_l}{\sqrt{RI}} - \delta \quad \dots\dots\dots (25)$$

で算定できるわけである。これが理解されると、補正係数公式の形、

$$f = \frac{1}{1 + \frac{\delta}{c}}$$

はやっかいどころか、まことに簡略で便利な公式となってくる。

7. 流速係数 c と粗度係数 n

c の算定には、過去 100 年間も世界の技術者に使用された有名な Kutter 公式がある。ところが、複雑で用意された図表がないと計算しにくいのである。

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{I} \right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

ところが、この公式の分子を n 倍すると、

$$c = \frac{1}{n} \frac{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{I} \right) n}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{I} \right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \quad \dots\dots\dots (26)$$

と、複雑ながらも整然と整理され、覚え易いばかりではない。Kutter 公式でも流速係数の逆数が粗度係数であるという基本観念から出発したことが明言されよう。右辺の複雑な式は、その補正値に過ぎないのである。しかも、0.00155 は日本流にいえばこう配 1/644 を示してい

るにすぎない。しかも、それは日本河川の平均値に近い。この項の影響はきわめて微弱であるから、

$$c = \frac{1}{n} \frac{23n}{1 + \frac{23n}{\sqrt{R}}} \quad I > 1/300$$

$$c = \frac{1}{n} \frac{24n}{1 + \frac{24n}{\sqrt{R}}} \quad 1/300 > I > 1/1000$$

で精確に算定される。

さて $a = -0.2$ のときの公式 (22) で $c=78$, $c=41$ がそれぞれ Francis, 宮本公式に合致すると述べたが, それならこの場合の粗度係数 n を算定したら, それぞれ両公式のもとになった水流のそれを示すはずである (表-5)。

表-5

	R_m	I	n の 値			備 考
			Kutter	Manning	平 均	
$c=78$	2.7	1/3000	0.051	0.0144	0.015	
$c=41$	4.0	1/600	0.0307	0.0310	0.031	

Francisの実験は大木製水路であり, $n=0.015$ はきわめて妥当であろう。また宮本公式は日本河川の洪水観測で得られたのであるから, 平均水深 $R=4.0$ m, こう配 1/600 を妥当と考えるなら, $n=0.031$ もきわめて妥当といえよう。

8. 結 論

浮子流速はもともと流体抵抗が,

$$\int_0^l (V_l - v)^2 dz$$

に比例するとして誘導されるべきである。しかし, 浮子の長さが水深の6割以下だったら, 流速変化が小さいから, 平均流速に等しい,

$$V_l = \frac{1}{l} \int_0^l v dz$$

としても誤差は無視することができる。以上に述べた Boussinesq 公式による補正係数は浮子流速はその吃水区間の平均流速に等しいとして算定されたものである。だから, 長い浮子 (浮子吃水が水深の6割以上) では再補正が必要となる。

再補正を必要とすると, 浮子吃水が水深と等しいとき, 補正係数が 1.0 より大きくなる (表-6)。

表-6 $l=H$ のときの補正係数の値

公式名	Francis	宮本	春日屋	物 部	安 芸	新公式
f の 値	1.012	1.045	1.053	$c=60$ 1.047 $c=40$ 1.072	1.000	1.000

これらに関しては筆者にも理論的意見はあるが, それは省略しよう。問題は補正係数に含まれる c の値である。それは粗度係数 n の問題となる。粗度が大きいほど鉛直流速分布は変化が大きくなる。したがって, 補正值は小さくなる。Francis 公式では粗度が 0.015 であるから補正值はすべて 0.9 より大きくなるが, 宮本公式では粗度が 0.03 程度であるから補正係数も 0.8 以上となるわけである。ここで誘導した Boussinesq 補正係数は, c を含み, しかも観測後ただちに c や n を算定できる。補正係数も急流部でも適用できるが, 長い浮子, ことに浮子吃水が水深の8割以上にもおよぶときには誤差がともなうことを覚悟すべきである。しかし日本の河川流量観測では比較的短い浮子が多く使用され, かつそれが便利であるところから考えると, 新宮本公式, 新物部公式, その中間の Boussinesq 公式は実用上妥当性があると確信するが, それは直接担当の現場技術者の判定に委されよう。

参 考 文 献

- 1) 宮本武之輔: 治水工学
- 2) 物部長穂: 水理学
- 3) 安芸皎一: 流量計算法
- 4) 安芸皎一: 水理公式集, 土木学会, 昭 38 改訂版
- 5) 春日屋伸昌: 土木学会論文集, 第 58 号, 昭 33 年 9 月

(1967.1.9・受付)

水 理 公 式 集 頒 布

— 昭 和 38 年 増 補 改 訂 版 —

水理公式集の初版が発行されたのは昭和 17 年です。それから 2 回の改訂が行なわれましたが, 昭和 38 年に刊行された本書は現在世界中で使用されている代表的な公式をすべてとり入れ, 第 1 編 河川, 第 2 編 発電水力, 第 3 編 上下水道, 第 4 編 港湾および海岸の 4 つの大項目に分け, それぞれを 7~11 の中項目を設け詳細に解説した世界にも珍しいユニークな公式集ですので参考書としてぜひご利用下さい。

体 裁: A 5 判 603 ページ
定 価: 1 400 円

会員特価: 1 100 円
送 料: 150 円

土木新技術選書

第1期・全5巻完結!

沼田政矩, 尾之内由紀夫, 種谷実・監修
A5判 各巻共図版多数

- ①最近の大口径杭……………¥1,300
- ②地下連続壁築造工……………¥1,200
- ③最近の大土工……………¥1,100
- ④PC工法の応用……………¥1,400
- ⑤機械化シールド……………¥1,300

現場技術者のための

わかりやすいPERT・CPM

法政大学講師・庄子幹雄著
B5判 250頁 図版200 ¥1,600

主要目次——工程管理, 新しい工程管理——
PERT・CPM, PERT/TIME, 配員計画, 費用
計算(PERT/COST), CPM, PERT系手法の
発展, PERT・CPMの運用, PERT系手法と電
子計算機, 付・矢線図作成要領, スケジューリ
ング用語(JIS), 標準正規分布表

土木年鑑 1968

土木学会編 B5判 500頁 ¥3,500
5大特色

- ①広い視野に立った編集方針
- ②斯界の権威を網羅した編集・執筆陣
- ③豊富な内容, 系統だった分類
- ④見て楽しめる年鑑
- ⑤美麗・堅牢な造本と鮮明な印刷

現場技術者のための

土質工学

最上武雄・福田秀夫共編 B5判 ¥2,500

建設現場の積算・施工に従事するすべての技術者
の必携書として, あるいは土質技術者養成テキスト
として最適な内容に編集したもので, 現場で使
用しやすい体裁。

鹿島研究所出版会

■ 東京都港区赤坂六丁目5 13 電話: 582 2251 振替東京180883

仮設工事ガイドブック 全10巻 首都高速道路公団 理事 有江義晴 編

第1回配本

建設工事の段取り

大成建設株式会社 松尾友也著
A5判/270頁/¥1,500/〒150 図版80以上, 表50以上, 写真版50個

主要目次

- | | |
|---------------|-------------|
| 第2章 予備調査 | 第10章 仮設備の実例 |
| 第3章 施工計画と仮設備 | 10.1 グラム工事 |
| 第4章 仮設備 | 10.2 トンネル工事 |
| 第5章 現場組織の編成 | 10.3 橋梁工事 |
| 第6章 工事用機械計画 | 10.4 地下鉄工事 |
| 第7章 労務計画 | 10.5 港湾工事例 |
| 第8章 材料計画 | 10.6 道路工事 |
| 第9章 工事実行予算の作成 | |

仮設工事の積算・見積り

清水建設株式会社 柴崎健太郎著
A5判/250頁/¥1,400/〒150 積算表150以上

主要目次

- | | |
|------------------|------------------|
| 第1章 概説 | 3.4 土留工の歩掛り |
| 1.1 準備 | 3.5 型枠工事の歩掛り |
| 1.2 計画図書の種類, 形式 | 3.6 支保工および足場の歩掛り |
| 1.3 計画図書作成上の留意事項 | 3.7 運送費 |
| 第2章 積算見積りの要領 | 3.8 一般土木工事歩掛り |
| 第3章 仮設備の積算見積り | 3.9 現場経費の積算 |
| 3.1 仮設建物の歩掛り | 3.10 機械化工事の積算 |
| 3.3 給排水設備の歩掛り | |

新しい仮設工事の設計と施工

首都高速道路公団前理事 八島忠編
B5判・上製 530頁・定価 3,600円・〒150円

新しい基礎工法(増補版)

中島 武編 1,500円

新しい基礎工法の歩掛りと実績(増補版)

中島 武・滝山 養編 2,000円

新しい基礎工法の設計(改訂版)

中島 武・八島 忠編 2,600円

土・基礎・構造物の設計・ 施工上の失敗例と解決方法

村上 永一編 1,800円

新しい軟弱地盤処理工法

日本道路公団理事 藤森謙一・内田 襄編 3,400円

新しい土留工法

藤森謙一・内田 襄編 3,400円

近代図書株式会社

東京都千代田区九段北1の6の7
電話(263) 3871・3872 (261) 5818・5819 振替東京23801番