

し特別の条件を付せられた供与、貸与等によらないこと、等の申入れを政府へ行うことが採決されたのである。

(4) 選挙制度改正問題

本年春本会議の所轄問題が議せられたとき、本会議への批判の一つに選挙の問題がとりあげられ、学者、有識者にあるまじき行為が多いことを指摘している。また選挙有資格者各位の意見として、そのつどあの面倒な資格審査をするの煩雑さを反対される声も相当強いのである。そこで現行選挙制度の改正問題がとりあげられ第41委員会(学術会議の在り方)で検討をしていたが第17回総会で間接選挙案と直接選挙案の二案が提案された。間接選挙案というは米国の大統領選挙のように中間投票によって選挙人を選挙し、この選挙人がその中から会員を選挙するという考え方のものである。直接選挙案は現行制であるが、ただ違う点は全国区、地方区のはかに専門区というものを新たに設けようとする考え方である。このたびの総会では採決をとるまでに至らなかつたのであるが大多数の会員の声としては直接選挙案をとり、現行の欠点を改めていくという方向の線が強かつたようである。間接選挙案にももちろん長所もあるが、このため中央集権的傾向がこくなることが在地方会員の強い反対意見であ*

*つた。いずれにしてももう少し研究検討することでの決定にはなつていない。現行法の欠点として投票の方法が郵便投票でかなりの時間的余裕があるのでその間に弊害を生じることが指摘されている。また現行法では不正行為をしたものは選挙権及び被選挙権を失うとされていて、不正行為とはどのようなことが明らかになつてない。これは学者の良識にまつといふ考え方であろうが、遺憾ながらとかくの非難が發せられているのでこの点の制限規定を考えざるを得ないのでないかという意見が多く、また有資格者の基準問題であるが、これもなかなかむづかしい問題で、基準をもつと引きしめて真に良識ある有資格者制をとつて良心的選挙を行うべきだという行き方と、一度資格をとつた人には永久的に資格者扱いをして広く多くの科学者の総意を表明して選ばれるべき行き方にすべきだとする考え方もあるわけで、この辺にも再検討が慎重に行わるべきであると思われる。次期改選期までにはいづれにしても決められることになるであろう。

(5) 昭和30年度国際会議

以上で大体最近の本会議の動向についての概要を報告したが、最後に明年度予定されている土木関係の国際会議のうち学術会議として判明しているものを次に列記して参考に供したいと思う。

会議名	会期	開催地
第5回国際大ダム会議	5月31日	パリ(フランス)
第3回国際上水道会議	6月18日	ロンドン(英国)
第58回国アメリカ材料試験学会	6月26日~7月1日	アトランチックシティー(アメリカ)
第10回国際道路会議	9月	イスタンブル(トルコ)
第6回国際水理学会議	8月29日~9月2日	デルフト(オランダ)
溶接学会		スイス

なお、中原会員はインドに招聘を受け過日帰国され、さらに矢野会員は5月にソ連へ行くことになつて

いる。最後に土木学会会員の御馳騒と御援助をあおぎ私達も今後とも努力していきたいと思つている。

(昭.29.12.10・依頼原稿)

三径間連続バリ橋におこる上揚力について

正員 深谷俊明*

UPLIFT OF A THREE-SPAN CONTINUOUS BEAM BRIDGE

(JSCE March 1955)

Toshiaki Fukaya, C.E. Member

Synopsis This paper is prepared in order to clarify the uplift of a three-span continuous beam bridge, considering the effect of the geometrical moment of inertia, dead load, live load and span ratio.

要旨 本文は、断面二次モーメント・死荷重・活荷重径間比の影響を考慮して、三径間連続バリ橋におこ

* 国鉄施設局特殊設計室

る上揚力を明らかにしたものである。

1. 緒論

三径間連続パリ橋の設計にあたり、活荷重を等分布荷重とし、また、支承部におけるハリの断面変化は曲げモーメントの値

図-1

に影響しないもの

と仮定して、正・

負の最大曲げモ

ーメント $M_{\max}^{(1)}$ ・

$M_{\max}^{(2)} \cdot M_1$ を (図

-1 参照)、著者は

さきに、断面二次

モーメント比 n

($= I_2/I_1$)・径間比

$m(l_1/l_2)$ ・死荷重比

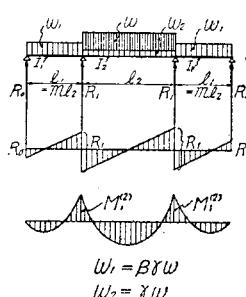
$\beta (= w_1/w_2)$ ・死活荷重比 $r (=$

w_2/w_1) の函数で示すとともに¹⁾、 $m \cdot n \cdot r$ の影響を考慮して設計しなければならない点を明らかにしているが^{2),3)}、本文では同じ仮定のもとに $m \cdot n \cdot \beta \cdot r$ が上揚力に与える影響を検討する。

2. ハリの端部に生じる最小反力 R_o

三径間連続パリ橋のハリ端部に生じる最小反力 R_o は、死活荷重比 r が小さいとき、また、径間比 m が

図-2



小さいとき、上揚力として作用することは一般に認められているが、まだ十分明確されていないので R_o を $m \cdot n \cdot \beta \cdot r$ の函数として求め、上揚力の一般的傾向を検討する。

最小反力 R_o は、図-2 に示す載荷状態においておこり、一般に次式から求められる。

$$R_o = \frac{m \beta r w l_2}{2} + \frac{M_1^{(2)}}{ml_2} \\ = \left\{ \frac{m \beta}{2} - \frac{m^3 n \beta r + r + 1}{4 m (2mn + 3)} \right\} \cdot w l_2 \quad (1)$$

$$\text{ここで } M_1^{(2)} = -\frac{m^3 n \beta r + r + 1}{4 (2mn + 3)} \cdot w l_2^{2/3}$$

側・中央径間におけるハリ断面の、横方向寸法が一定で、縦方向寸法がハリ高さに比例するものと仮定する場合^{3),4)}、 $\beta (= w_1/w_2)$ は

$$\beta = n^{-1/3} \quad (2)$$

となるので、(1) 式はつぎのように示される。

$$R_o = \frac{3 m^2 n^{-1/3} (mn+2)r - (r+1)}{4 m (2mn+3)} \cdot w l_2 \quad (1')$$

R_o を n のみの函数と考えれば

$$\frac{dR_o}{dn} = \frac{(1+r)n^{4/3} - m^3 n^2 r - 5 m^2 n r - 3 m r}{2 (2mn+3)^{2/3} n^{4/3}} \cdot w l_2 \quad (3)$$

(1')・(3) 式を検討して、 R_o と $m \cdot n \cdot r$ との関係を明らかにする。

3. R_o の一般的傾向

(A) $r=0$ の場合

(1')・(3) 式から

$$R_o = -\frac{1}{4 m (2mn+3)} \cdot w l_2 < 0 \quad (1')$$

$$\frac{dR_o}{dn} = \frac{1}{2 (2mn+3)^2} \cdot w l_2 > 0 \quad (3')$$

$$\lim_{n \rightarrow 0} R_o = -\frac{1}{12m} w l_2 \quad \lim_{n \rightarrow \infty} R_o = -0 \quad (4)$$

$$\lim_{n \rightarrow 0} \frac{dR_o}{dn} = \frac{1}{18} w l_2 \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{dR_o}{dn} = +0 \quad (4)$$

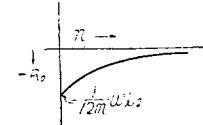
従つて、 $R_o - n$ 曲線は図-

図-3

3 のようになる。

(B) $r>0$ の場合

(1')・(3) 式から



$$\lim_{n \rightarrow 0} R_o = +\infty \quad \lim_{n \rightarrow \infty} R_o = 0 \quad (5)$$

$$\lim_{n \rightarrow 0} \frac{dR_o}{dn} = -\infty \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{dR_o}{dn} = 0 \quad (5)$$

が求められ、(1') 式において $R_o=0$ とおけば

$$\{3(mn+2)m^2n^{-1/3}-1\}r-1=0 \quad (a)$$

となり、これを整理して $n=N^3*$ とおけば、次式が得られる。

$$3m^2N^3 - \left(1 + \frac{1}{r}\right)N + 6m^2 = 0 \quad (a')$$

(a') 式の実根は、実係数の三次方程式の性質およびデカルトの符号律から判別式 D の符号によつて、つぎの 3 つの場合に分けられる。

- (i) $D>0$ のとき 正根 2 負根 1
- (ii) $D=0$ のとき 正根 1 負根 1
- (iii) $D<0$ のとき 正根なく負根 1

$$\text{ただし } D = \frac{4}{27m^2} \left\{ \left(1 + \frac{1}{r}\right)^3 - \frac{1}{27^2m^2} \right\}$$

また、(3) 式において $\frac{dR_o}{dn}=0$ とおけば

$$(1+r)n^{4/3} - m^3 r n^2 - 5 m^2 r n - 3 m r = 0 \quad (b)$$

となり、これを整理して $n=N^3$ とおけば次式が得られる。

* $N = \sqrt[3]{n}$ で一般には N は 3 個の値があるが、 n が正の実数であれば N も正の実数で、 n に対し 1 値対応させられる。

$$-m^3N^6 + \left(1 + \frac{1}{r}\right)N^4 - 5m^2N^3 - 3m = 0 \quad \dots\dots\dots (b')$$

(b') 式の実根は、デカルトの符号律から

$$\begin{aligned} &(\text{i}) \text{ 正根 } 2 \quad \text{または} \quad 0 \\ &(\text{ii}) \text{ 負根 } 2 \quad \text{または} \quad 0 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (7)$$

となる。従つて、(5)・(6)・(7)から、 R_o-n 曲線の形としては、図一

図-4 R_o-n 曲線

4に示すI・II・III・IVの4種類が考えられる。

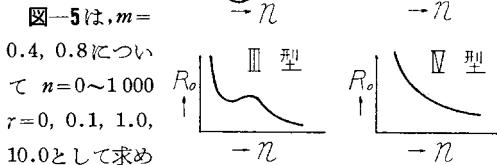


図-5は、 $m=0.4, 0.8$ について $n=0 \sim 1000$, $r=0, 0.1, 1.0, 10.0$ として求めた R_o-n 曲線の具体的な一例である。図-5に示されている上揚力の極値は、(b)式から求められる。なお、図-6は(b)式の正根のうち小なる正根と $m \cdot n \cdot r$ との関係を示したものである。

図-5 (a)

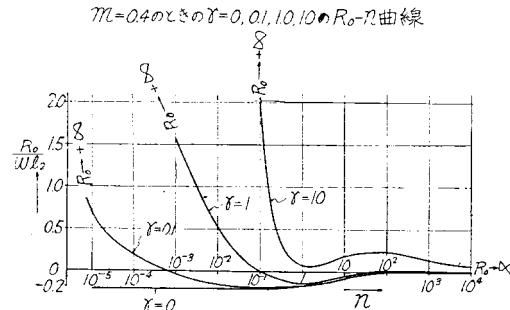
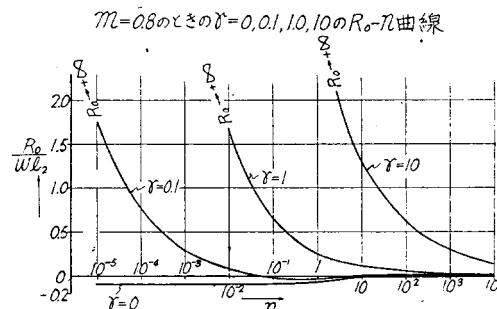


図-5 (b)



以上により、三径間連続パリ橋に生じる最小反力および上揚力 R_o の一般的な傾向の大略を示したが、今少しこれを検討することとする。

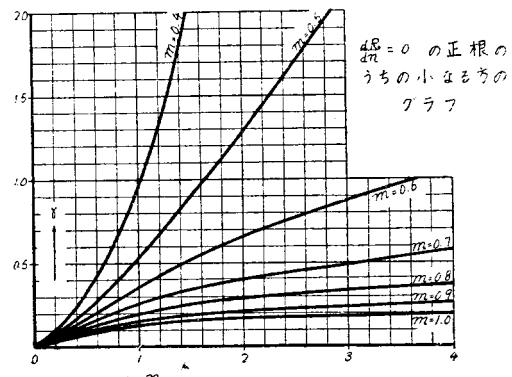
4. $R_o=0$ について

(a) 式を

$$F = \{3(mn+2)m^2n^{-1/3}-1\}r-1=0 \quad \dots\dots\dots (a'')$$

とおき、 F を $n \cdot r$ の函数として

図-6



$$\frac{\partial F}{\partial n} = 2m^2r n^{-1/3} (m-n^{-1}) \quad \dots\dots\dots (a''')$$

$$F=0 \quad \frac{\partial F}{\partial n}=0 \quad \text{を連立として解けば}$$

$$n=m^{-1}, \quad r=\frac{1}{9m^{7/3}-1} \quad \dots\dots\dots (8)$$

ただし $m > 9^{-3/7}$ (≈ 0.3900)

また

$$\frac{d^2r}{dn^2} = -\frac{\partial^2 F / \partial F}{\partial n^2 / \partial r} = \frac{2m^2r n^{-1/3}(m-4n^{-1})}{3\{3(mn+2)m^2n^{-1/3}-1\}}.$$

であるから、(8)式の $n \cdot r$ にたいして上式は

$$\frac{d^2r}{dn^2} = -\frac{2m^{13/3}}{\{9m^{7/3}-1\}} < 0$$

となる。従つて $n=m^{-1}$ のとき $r=\frac{1}{9m^{7/3}-1}$ は最大値を示すことになる。 r 軸に平行な漸近線は

$$3(mn+2)m^2n^{-1/3}-1=0$$

で、 m の最大値は（計算は略す）

$$m=9^{-3/7} \approx 0.3900$$

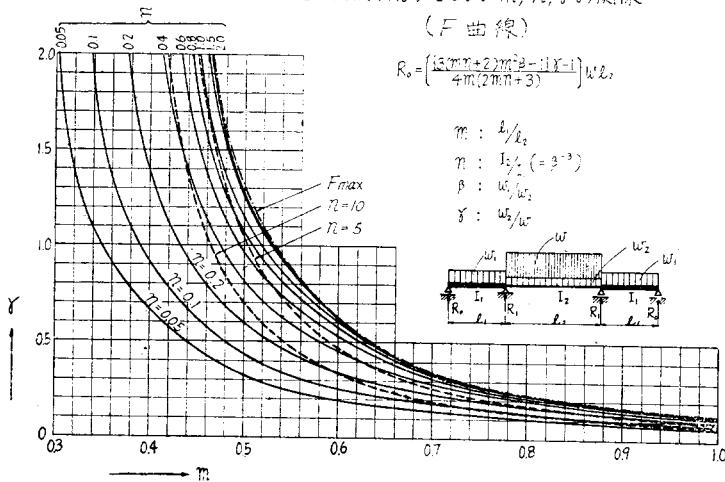
となり、当然のことながら(8)式のただし書きと一致する。

(a'')式における $m \cdot n \cdot r$ の関係を明らかにするため $n=0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10.0$ $m=0.3 \sim 1.0$ について(a'')式を満足する r を求め、これを F 曲線とし図-7に示す。図-7において、 $r \cdot m \cdot n$ の座標が F 曲線の上側にある場合は $R_o > 0$ となり上揚力はおこらないことを示し、また座標が F 曲線の下側にある場合は $R_o < 0$ となり上揚力がおこることを示している。 F_{max} 曲線は(8)式による r の最大値の軌跡を示したものであつて、 $r \cdot m$ の座標が F_{max} 曲線の上側にある場合、すなわち、判別式 D あるいは(8)

式を変形して $\left(1 + \frac{1}{r}\right)^3 - \frac{27^2 m^7}{27^2 m^7} < 1$ ならば、 n に関係なく常に $R_o > 0$ となり、 R_o-n 曲線が IIIまたはIV型であることを示し、座標が F_{max} 曲線の下側にある場合、す

図-7 F 曲 線

ハリ断面を異にする3径間連続パリの第1支点における反力R_oが0となるm, n, γの関係



なわち、 $\frac{(1+\frac{1}{r})^3}{27^2 m^7} > 1$ のとき、R_oの正・負はnに関係し、R_o-n曲線はI型となることを示している。

5. $\frac{dR_o}{dn} = 0$ について

(b) 式を

$$G = \left(1 + \frac{1}{r}\right)n^{4/3} - m^3 n^2 - 5m^2 n - 3m = 0 \quad \dots (b'')$$

とおき G を n・r の函数と考えれば

$$\frac{\partial G}{\partial n} = \frac{4}{3} \left(1 + \frac{1}{r}\right)n^{1/3} - 2m^3 n - 5m^2 \quad \dots (b''')$$

となり、G=0 $\frac{\partial G}{\partial n} = 0$ を連立として解けば

$$n = 4m^{-1}, \quad r = \frac{1}{\frac{39m^{7/3}}{4^{4/3}} - 1}$$

ただし

$$m > \frac{4^{4/7}}{39^{3/7}} (\approx 0.4594) \quad \dots (9)$$

また

$$\frac{d^2 r}{dn^2} = -\frac{\partial^2 G}{\partial n^2} / \frac{\partial G}{\partial r} \\ = \frac{r^2}{n^{4/3}} \left\{ \frac{4}{9} \left(1 + \frac{1}{r}\right) n^{-2/3} - 2m^3 \right\}$$

であるから (9) 式の n・r にたいし

$$\frac{d^2 r}{dn^2} = -\left(\frac{1}{\frac{39m^{7/3}}{4^{4/3}} - 1}\right)^2 \cdot \left(\frac{m}{4}\right)^{4/3} \frac{11}{12} m^3 < 0$$

となる。従つて n=4m⁻¹ のとき

$$r = \frac{1}{\frac{39m^{7/3}}{4^{4/3}} - 1}$$

は最大値を示すこ

ととなる。r軸に平行な漸近線は

$$n^{4/3} - m^3 n^2 - 5m^2 n - 3m = 0$$

で、mの最大値は(計算は略す)

$$m = \left(\frac{4^4}{39^3}\right)^{1/7} \approx 0.4597$$

となり、当然のことながら(9)式のただし書きと一致する。

(b'')式におけるm・n・rの関係

を明らかにするため n=0.1, 0.2,

0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0,

5.0, 10.0 m=0.3~1.0について

(b'')式を満足するrを求め、

これをG曲線として図-8に示す。

r・m・nの座標がG曲線の上側にあるときはnの減少函数であることを示し、G曲線の下側にあるときは増加函数であることを示

している。また、座標が(9)式を満足するG_{max}曲線の上側にある場合、すなわち、(9)式を変形して、

$$\frac{\left(1 + \frac{1}{r}\right)^3}{\frac{39^3}{4^4} m^7} < 1 \text{ のとき } \frac{dR_o}{dn} > 0 \text{ となり, } R_o \text{ は } n \text{ の}$$

単調減少函数で、R_o-n曲線はIV型であることを示し、G_{max}曲線の下側にある場合は、R_oの増加・減少はnに關係し、R_o-n曲線はI・II・III型となることを示している。

6. R_oとm・n・γとの関係

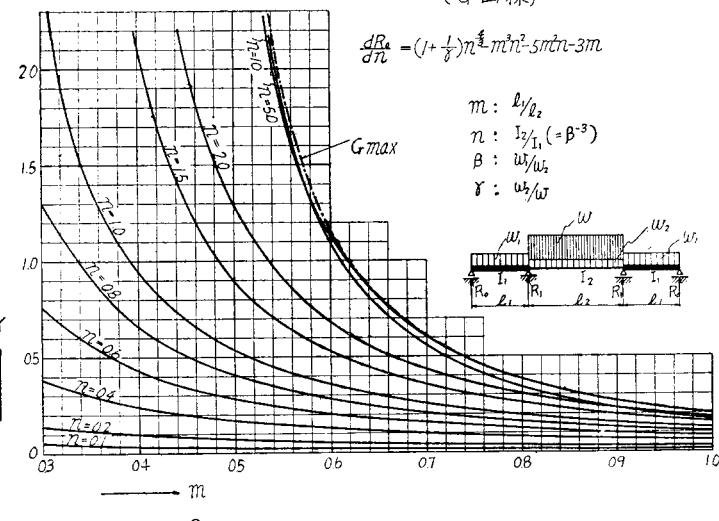
3. 4. 5. で述べた結果をまとめれば

(A) r=0の場合

図-8 G曲線

ハリ断面を異にする3径間連続パリの第1支点における反力R_oのdR_o/dnが0となるm, n, γの関係

(G曲線)



R_0 は常に負であつて、常に上揚力がおこり、 n の単調増加函数である。

(B) $r > 0$ の場合

$$(i) \quad 27^2 m^7 < \left(1 + \frac{1}{r}\right)^3$$

$R_0 - n$ 曲線は I 型で、 R_0 は $F \cdot G$ 曲線によりその正・負および n の変化にたいする増加・減少を判定する。

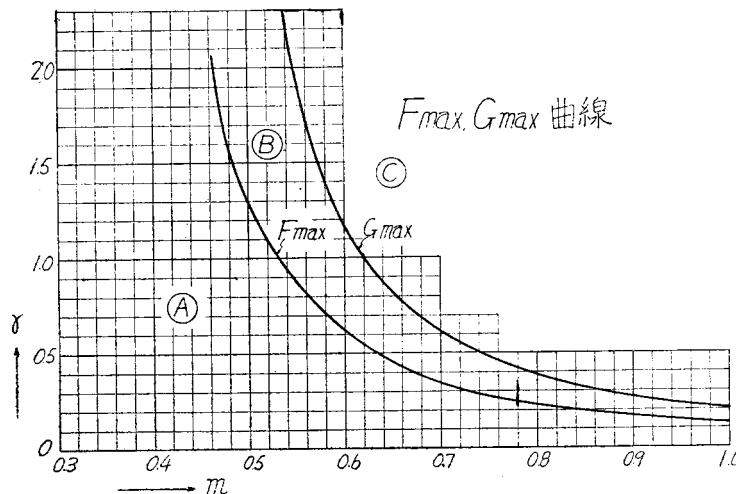
$$(ii) \quad 27^2 m^7 = \left(1 + \frac{1}{r}\right)^3$$

$R_0 - n$ 曲線は II 型で、 R_0 は上揚力として働らかないと、 R_0 が n の変化にたいして増加するか、または、減少するかは、 G 曲線で判定する。

$$(iii) \quad \frac{39^3}{4^4} m^7 < \left(1 + \frac{1}{r}\right)^3 < 27^2 m^7$$

$R_0 - n$ 曲線は III 型で、 R_0 は n に関係なく正で、上揚力は働らかないと、 R_0 が n の変化にたいして増加するか、または、減少するかは、 G 曲線で判定する。

図-9

表-1 上揚力がおこる m の範囲

種類	断面二次モーメント比	鉄道橋 (KS-15)		道路橋 (1等橋)	
		コンクリート桁	鋼桁	コンクリート桁	鋼桁
n の値	中央スパン (m)	30~50	30~70	40~70	50~100
	死活荷重比 γ	1.0~1.6	0.1~0.3	0.8~1.2	1.2~1.6
$n=0.2 \sim 2.0$	上揚力の状態				
	上揚力はおきない	$m \geq 0.53$	$m \geq 1.10$	$m \geq 0.57$	$m \geq 0.51$
	上揚力がおきるかおきないかは r, n の値による	$0.53 > m > 0.38$	$1.10 > m > 0.62$	$0.52 > m > 0.41$	$0.51 > m > 0.38$
$n=1.0$	上揚力はおきる	$0.38 \geq m$	$0.62 \geq m$	$0.41 \geq m$	$0.38 \geq m$
	上揚力はおきない	$m \geq 0.52$	$m \geq 1.10$	$m \geq 0.56$	$m \geq 0.50$
	上揚力がおきるかおきないかは r, n の値による	$0.59 > m > 0.46$	$1.10 > m > 0.72$	$0.56 > m > 0.49$	$0.50 > m > 0.46$
	上揚力はおきる	$0.46 \geq m$	$0.72 \geq m$	$0.49 \geq m$	$0.46 \geq m$

$$(iv) \quad \left(1 + \frac{1}{r}\right)^3 < \frac{39^3}{4^4} m^7$$

$R_0 - n$ 曲線は IV 型で、 R_0 は n に関係なく常に正で、すなわち、上揚力は働らかないで、 n の単調減少函数である。

なお、図-9 は、図-7・8 から $F_{\max} \cdot G_{\max}$ 曲線をとり出したものであつて、図のⒶ部は(i)の場合、 F_{\max} 曲線は(ii)の場合、Ⓑ部は(iii)の場合、Ⓒ部は(iv)の場合に、それぞれ相当している。

7. 実際上の考察

鉄道橋・道路橋における r の値を、鋼鉄道橋梁設計資料・内務省土木試験所報告・等から推定して^{2), 3)}、また、実際上の n の値として $n=0.2 \sim 2.0$ および $n=1.0$ について、上揚力がおこるか、おこらないかをきめる m の範囲を、図-7・8 から選んでまとめたのが表-1 である。

8. 結論

表-1 は、上揚力のおこる m の範囲について、大体の傾向を示したものである。すなわち、鉄筋コンクリート鉄道橋・道路橋において採用されている m は、一般に $0.7 \sim 1.0$ であるので、上揚力はおこらない。これに反し、鋼鉄道橋においては、上揚力のおこることを考えなければならないが、 $1.10 > m > 0.62$ ならば、図-7 の F 曲線から n を適当に選ぶことにより上揚力のおこるのを防ぐことができる。

また、 $r \cdot m$ の関係で上揚力がおこる場合、これを小さくするには図-8 の G 曲線から R_0 の増加・減少を考慮して n をきめなければならない。

本研究は、当室長友永和夫博士の指導をいただき、斎藤昇君の協力を得たことを付記する。

参考文献

- 1) 深谷：断面を異にする三径間連続パリにおける曲げモーメントの一般的傾向、土木学会誌、第39卷 第4号 (昭.29.4)
- 2) 深谷：ハリ断面の一様な三径間連続パリ橋にお

ける径間比について、土木学会誌、第38卷 第8号 (昭.28.8)

- 3) 深谷：三径間連続パリ橋の経済的設計について、土木学会誌、第39卷 第8号 (昭.29.8)
- 4) 深谷：断面二次モーメント比の影響を考慮した三径間連続パリ橋の設計について、土木学会誌、第39卷 第11号 (昭.29.11)

(昭.29.7.21)

土の切削抵抗について

正員 工学博士 村山 肇郎*

准員 畠 昭治郎**

ON THE CUTTING RESISTANCE OF SOILS

(JSCE March 1955)

*Dr. Eng., Sakurō Murayama, C.E. Member,
Shōjirō Hata, C.E. Assoc. Member*

Synopsis In this paper, we explain the method for soil cutting test which has been newly devised to indicate the soil strength necessary for calculation of the cutting resistance of soils, and investigate its adaptability for clay, sand and loam (dry and wet) experimentally. With this results, a round estimate of cutting force to soils may be easily calculated.

要旨 本文は土の切削抵抗を計算するのに必要な土の強度を求めるために考案した切削強度試験方法と、その適用性を粘土、砂及びローム（乾、湿）について実験検討した結果とについて述べたもので、この試験結果を用いれば、現場において容易に工具によるその土の切削力の概略を計算することができる。

1. 緒言

土工機械の作動時、排土板、バケツなどの作業工具に作用する土の切削抵抗値を求ることは、機械の設計、製作及び操作上きわめて重要なことである。しかし土の有する性質には各種のものがあり、それらの関係も複雑であつて、土の諸性質を知つてもそれらから切削抵抗を理論的に解析することはなお困難である。一般に土の切削破壊状態では、単なる受動状態と異なりかなり大きい刃の変位をともなうものであるから、破壊面付近は想像以上に圧縮された状態に至り、従つて例えば砂の内部摩擦角、鋭敏な粘土のせん断強度などは切削中に変動し、その変動する程度も場所によつて相違する。ゆえに従来のせん断試験または圧縮試験では、実際切削破壊状態にあるときの土の強度特性をうることがむつかしいから、従来の試験結果を用いて切削抵抗値を理論的に算出することには無理があると

考えられる。その上試料を採取し、それより試験片を作製するような方法では、その工程中に攪拌をうけ組織に変化が生じることもある。そこで現地において、あるがままの状態の土を切削機構と酷似した方法で破壊させ、その土の切削抵抗の指標となるような強度係数を求める目的で以下に述べる切削強度試験装置を考案し、その結果を砂、ローム、粘土に対する切削抵抗値と比較した。これによれば、その試験結果を用いて工具による土の切削抵抗が容易に求められる上に、この装置並びに方法はきわめて簡単で、いかなる現場にも容易に実施することができる利点がある。なお工具による土の切削抵抗には、通常切削抵抗のほかに運土抵抗（例えば、排土板前面に溜った土を押してゆくときの抵抗）などが含まれる場合があるが、本文では切削抵抗のみを対象とした。

2. 切削強度試験

切削時の土の強度を試験する装置として本研究に用いたものは、図-1に示すごとく長さ 500mm、巾 50mm、厚さ 12 mm で片面を 1/25 の勾配に削り、他面を切削工具の粗さと同様な粗さに仕上げた鋼板を土中に押し込み、A 点を固定支点として上端を水平に牽引して勾配のない方の面によつて土を掘り返し、それに要する水平力 P より次のとおり方法で工具による切削抵抗を算定するものである。

* 京都大学教授、工学部土木工学教室

**京都大学講師、同