

## 討 議

土木學會誌 第十五卷第四號 昭和四年四月

## 桁構造の撓曲振動に就て

(第十四卷第六號所載)

會員 工學博士 眞島健三郎

久敷振動問題に關する論文の寄稿が見へず遺憾に思ふて居りましたが、今回重松工學士の“桁構造の撓曲振動に就て”と云ふ有益なる御研究が本誌第十四卷第六號に發表されたのを見て未だ此の種研究の閑却されてない事がわかり大に意を強ふして居るのであります。又深く同君の勞を感謝して居る一人であります。實は拜見致しかけましたが、第一章第二節の強制振動には著者の見解に疑義がありまして暫らく中絶して居る様な次第で未だ全編を拜見致兼て居ります。折柄編輯委員長より討議の依頼に接しましたので先づ此の點を明かにして頂き、然る上でよく後を拜見したいと思ひます。申すまでもなく若し此の點に何等かの誤解ありとすれば後續の御意見にも結論にも重大なる影響があるものと考へられますから僅かに一部しか讀まない誤解も多からうと思はるゝ疑問で御迷惑と存じますが御許を願ひ、茲に率直に卑見を陳べ御一考を煩はしたいと思ひます。幸に怛懷なる著者の御説明を得れば満足であります。

第一章第二節に掲げられたる周期的外力に因る強制振動式は次の通りでありまして

$$\frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + \lambda^2 \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \frac{f}{EI} \frac{\partial y}{\partial t} = \frac{kw}{EI} \cos 2\pi r t. \dots\dots\dots (25)$$

但し  $k = \frac{\alpha}{g}$  . . . . . 震度,  $\alpha =$  外力の最大加速度,  $r =$  外力の振動數。

此の式の右邊の項は周期的外力で桁單位長に加はるものを  $kw \cos 2\pi r t$  で表はして居ります。而て  $x$  の何れの點にも同様の外力が加はる場合は何れの點の運動力も此の等式で代表し得るものと御考への様であります。然し或點に加へたる力が全部其の點の運動力となる様な場合は個體の如き他の拘束を受けない單獨で自由行動の出来るものであつて本件の様な連続せる可撓體には通用し得ない事と思ふ。事實或點に加へたる力は其の點のみでなく他の點をも動かすは吾々の日常經驗する通りでありますから若し上式の如く或點  $x$  の運動力を等量して一つの運動式を得んとするには同點に加へたる力で同點の運動に寄與する分量と同時に他の點に加へたる力で同點の運動に作用する分量を合計したものを上式右邊の外力として始めて御希望の如き式が得らるゝものと思ひます。斯様な力は時の函数のみでなく同時に又

$x$  の函数でなくてはならぬ理であります。従つて式の右邊外力の項は下記の様な關係となると考へられます。

$$kw \left( \eta_1 \frac{\int_0^l \eta_1 dx}{\int_0^l \eta_1^2 dx} + \eta_2 \frac{\int_0^l \eta_2 dx}{\int_0^l \eta_2^2 dx} + \dots \right) \cos 2\pi r t$$

但し  $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots$  Normal function, 自由振動のものと同じ。

併し斯様な力を (25) 式の右邊のみに入れて解く事は困難でありますから結局左邊の各項も Normal Co-ordinate に分解し、各 Co-ordinate は互に關係のない Lagrange の運動式に誘導するの外ないのであらうと思はれます。そう云ふ運動式で本件の場合に適合するものは Rayleigh の Theory of Sound 166 項 (3) 式にも見へて居りますから一應檢照されたい。但し夫には制動力が缺けて居るから下記の項を左邊に加ふればよいと思ひます。

$$f p w \int u_1^2 dx \phi \quad f = \text{桁單位長の制動係數}$$

且又著者の與へられる (25) 式が假りに正當なものと致しまして

$$y = \eta \cos (2\pi r t - \gamma)$$

と云ふ假定から申しますと (25) 式を解くには結局 (b) (c) の二つの聯立方程式から  $\eta$  及  $\gamma$  の 2 値は求むべきで夫から定る筈であります。夫等は何れも  $x$  の函数となりますから  $\gamma = \text{Arbitrary function}$  と云ふ與へられた條件とは違ひます。若し又  $\gamma$  が或常數であれば (b) に  $\sin \gamma$  を乗じ、(c) に  $\cos \gamma$  を乗じて減すれば直に  $\eta$  の値は

$$\eta = \frac{kw}{2\pi r f} \sin \gamma$$

と云ふ一定値で出て之又  $x$  の函数と云ふ前提條件に反する不都合があります。要するに著者は (b) (c) 2 式の外に更に自由振動の (2) 式を加へ三つの等式から 2 未知値を求めんとする結果となり、数理の取扱にも無理がある様と思はれます。若し自由振動の條件をも満足し得るものならば其の關係は (b) (c) の兩式中に含まれて居らねば前提に合致しない筈であります。又已に自由振動の (2) 式を満足するものとなれば  $\eta$  の値は夫から直に出る筈で別に計算の必要もありません。然し事實 (b) (c) 兩式から算出したる  $\eta$  値と (2) 式から算出した  $\eta$  値の一致しない所から見ても無理ではないかと思はれる。尤も私はこう云ふ桁の場合と云はず何れの彈性體でも其の自由振動が互に Independent の Normal Co-ordinate に分解し得るものゝ Normal function は直に衰減振動にも又強制振動にも通用し變りはないものと思へて居ります。其の變はるものは Phase や Normal Co-ordinate であります。此の點については従來多く誤解

されて居る様に思ひます。假令へば自由振動の解として上げられた Normal function (3) 式中の  $m$  を任意の  $m_r$  に換へて強制振動の Normal function として深く追究せず満足して居るものが可なり多い様に思はれますが之等は甚しき數理の誤解で遺憾の至りであります。

尙ほ著者は (27) 式の解として (28) 式を與へて居りますが此の式の括弧は多分誤植であらうと思はれますが第三節以下にも屢々同様のものが繰返へされて居るのを見ると何か御考があつて付けられた様にも思はれますが私には其の理由が分りません。此の括弧は當然除かるべきものと思はれます。更に又三節以下の應用に至つて (28) 式の外に自由衰減運動の (22) 式を加へてあるのは益々解しかぬる點であります。元來 (28) 式は Complete solution でありとすれば夫自身に已に自由衰減運動も加はつて居る筈でありますから更に之に加ふるの必要はないものと思はれます。

上記の様に考へられますので著者の強制振動原式にも亦之より誘導された數理の扱にも容易に首肯しがたい點がありまして或はひよつとした御考違でないかとも思はれます。併し著者の方法は若し合理的であれば眞に簡單で便利で實用には望ましき方法でありますから何か私共の想到し得ない深い理由があつて欲しいのであります。どうか今少しく詳しい御説明が伺ひたいのであります。曩に私は強制振動と自由振動の混同について數次抗議して來た關係もありますので著者が外力を加へたる等式から進まれたのを見て當然とは云ひながら些か満足に思ふて居ります。然るに如何なる惡縁か更に又此の問題について論議を重ねるのは甚だ遺憾でありますしかし私の希望はこの問題が何れの方面に於ても正當に解せられ健全なる發達を遂げ應用を謬まらざらん事を只管願ふの主旨に外ならぬのでありますから折角の力作に些か異論がましく申述べし不遜の點は幾重にも御諒恕を願つて置きます。 (終)