

今月は論文報告集第 153 号 (44 年 3 月 20 日発行) 登載原稿として、つぎの 5 編を紹介いたします。今月紹介した論文報告に対する討議は 44 年 9 月 20 日まで受付けます。次号では論文報告集第 164 号登載予定原稿として下記の 7 編を紹介する予定です。

- 畑野 正・渡辺啓行：アースダムの震動解析
- 宇井 純・喜田村正次：水俣病の衛生工学的解析
- 斎藤 隆：境界の影響を受けた二次元噴流の特性
- 畑野 正・渡辺啓行：粘土，砂，碎石の動的，静的粘弾性定数ならびにポアソン比について
- 伯野元彦・大河原重昭・橋爪 隆：砂が骨組構造破壊時に出す音についての一研究
- 丸安隆和・田浦秀春：航空写真による融雪ならびに流出の解析
- 八十島義之助・松本嘉司・西岡 隆：振動する軌道上の脱線に関する実験的研究 (英文)

トラスげたの自由振動の立体的解析

会 田 忠 義

トラスげたの振動解析あるいは動的問題について、これまで多くの研究がなされてきたが、そのほとんどは平面トラスを対象とするものであった。元来、トラスげたは主体的な構造であるから、立体のまま考察する方が厳密でありのぞましいのである。本研究はこの問題に関する一提案である。

本研究では、真直ぐなトラス (図-1) および対傾構が半径方向に配置された曲りトラス (図-2) に注目し、これを立体的に取り扱くと同時に振動数方程式の次数を低下させ、固有値の算出を容易にすることを試みた。立体的に取り扱う場合、横断面形の変化の有無によりつぎの二つの場合を想定してその解析法を示した。

- ① 横断面形の変化を無視した場合
- ② 横断面形の変化を考慮した場合

図-1

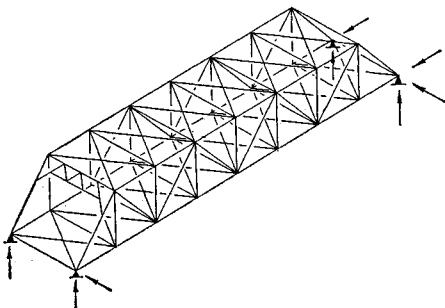
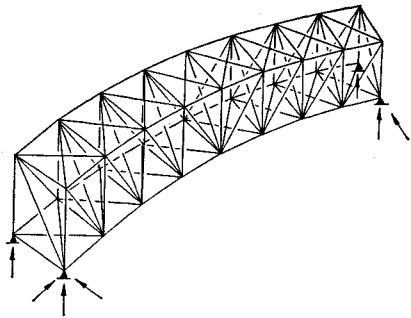


図-2



解析に当って、トラスの質量は各節点に集中させ、横断面のせん断中心の位置は注目する横断面をはさむ両パネルのせん断中心の平均の位置であると仮定し、さらに、パネルのせん断中心の位置はそのパネルの各構面をせん断変形の等しい板に置き換え Four Flange Box Beam の一部であると見なして、せん断流理論により算出した。とくに、曲りトラスでは内側および外側主トラスのパネル長が近似的に等しいと仮定して、真直ぐなトラスと同様にして求めた。

真直ぐなトラスの解析には直角座標を、曲りトラスには円筒座標を用いた。解析法の概略はつぎのとおりである。

(1) 横断面形の変化を無視した場合

一つの横断面の未知変位はその横断面のせん断中心の橋軸に直角な方向の水平変位、同じく鉛直変位、せん断中心を通り橋軸に平行な軸まわりの回転変位および四隅の節点の橋軸方向の接線変位である。これらの各変位、すなわち、一つの横断面で 7 つの方向について運動方程式を求める。しかる後、これらをトラスのすべての横断面に適用することにより一連の運動方程式を求め、これより固有振動周期および固有ベクトルを求める。

(2) 横断面形の変化を考慮した場合

この場合、解法は上記 (1) と同様であるが、解析に当って、さらにつぎの仮定を入れた。

a. 横断面はこの面内に作用する外力に対してのみ抵抗する。b. 横断面形の変化は垂直材の曲げ変形に起因する。

横断面の変位および変形をつぎの変形量に分解した。すなわち、せん断中心の水平および鉛直変位、横断面形の鉛直せん断変形および同じく水平せん断変形。結局、一つの横断面の未知変位は上記の横断面の変位および変形と四隅の節点の接線変位である。

本解法を曲りトラスおよび真直ぐなトラスに適用した結果、つぎの事項が明らかになった。

- ① 従来、トラス橋の自由振動について、鉛直振動が

主に解析されてきたが、立体トラスげたとしての自由振動では、一次振動として橋軸に直角な水平振動が、二次振動に鉛直振動が起こる可能性がある。

② 横断面形の変化を無視した場合よりこれを考慮した場合の方が振動数は低く、振動型も多少かわる。

③ 実橋と同じ支承条件の真直ぐなトラス橋の振動型は卓越する変位とそうでないものが明白であるため、比較的単純である。このため近似計算も可能である。

さらに、本解法を長径間の連続トラス橋などに適用する場合、未知量が非常に多くなるが運動方程式をたてるべき注目の横断面を2パネルあるいは3パネルへだててとることにより減少させることができる。したがって、長径間トラス橋の立体的な振動性状をも近似的であるが明らかにすることができる。 (1968.4.9・受付)

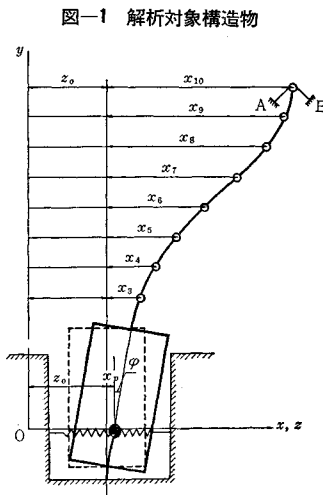
[筆者：正会員 工修 山口大学助教授 工学部]

不規則外力による多自由度系の応答 解析とその長大つり橋タワー・ ピア系の耐震解析への応用

山田 善一・竹宮 宏和

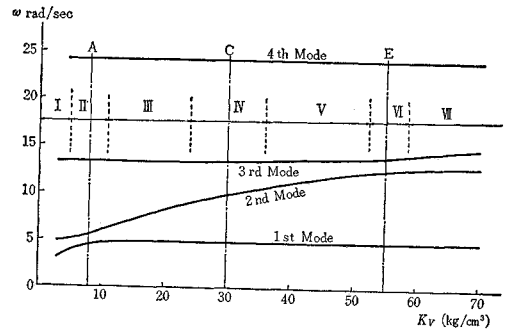
多自由度系構造物の動的耐震設計として、地震外力に対する応答解析が行なわれる。一般には、モード解析の手法が採られるが、この解析法は、前提として、減衰項の対角化を仮定している。系の応答値としては、各次固有モードの応答を 1) 応答スペクトル曲線より求めたり、2) 実際の強震記録に対して直接積分で求め、その結果を重ね合わせている。ここで問題となるのは、前者では、全く、固有モードの位相を無視して、各次モードの効果の絶対値和、あるいは R.M.S 値を採ることであり、後者では、入力波の特殊性が応答に含まれてくるということである。

本研究では、これらの問題点に関して、不規則振動論より理論的解明をなし、固有モード間の位相差より生ずる固有モード間相互効果の定量的把握を行ない、さらに、強震記録に対する直接積分の結果と比較して

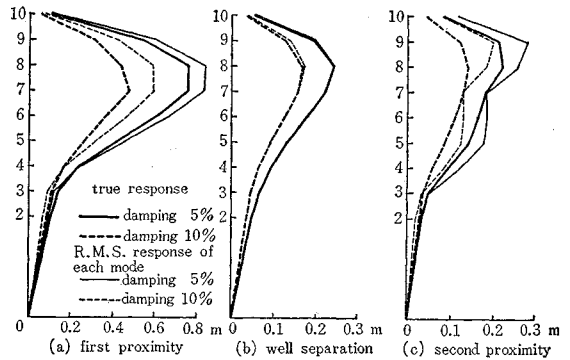


図一 解析対象構造物

図二 対象構造物の固有振動数
 $K_H = K_{HV} = 10 \text{ kg/cm}^2$, $K_V \geq K_H = K_{HV}$



図三 White noise による系の応答
(Level $800 \text{ cm}^2/\text{sec}^2$): 減衰 Type 3



る。

一方、減衰項が直交モード座標系で対角化できない構造系においては、剛性マトリックスを、減衰効果をも含む複素数の形として、応答座標でのリセプタンスを直接計算して、応答解析を行なった。

解析対象構造物は、長大つり橋のタワー・ピア系(図一)を考え、系の固有振動数が地盤条件によって図二のごとく変化するのを利用して、系の応答が典型的と思われる地盤領域 II, IV, VI で解析を行なった。

結 語

(1) 複雑な多自由度系構造物では、地盤条件あるいは、その下部構造によって、系の動的特性は大きく影響を受け、固有モード間の相互効果が図三に示すように、固有振動数と減衰定数との関数となって意味を持つてくる。

(2) 多自由度系構造物では、減衰項の仮定が応答評価に重要な意味を持つてくる。

(3) 多自由度系構造物の動的耐震設計には、地震外力の周波数特性を考慮して、系に適正な周波数応答関数を与える必要がある。

(4) 本研究で採用した不規則振動論による構造物の耐震解析は、強震記録に対する直接積分の結果とよく一

致し、さらに、構造物の動的挙動を周波数領域において明らかにしている。また、入力波のシミュレーションは、パラメータ領域で、地盤条件・サイスミシティを変化させることができ一般性を有する。

(1968.8.10・受付)

〔山田：正会員 工博 京都大学助教授 工学部〕
〔竹宮：正会員 工修 京都大学助手 工学部〕

低平地における内水流出解析に 関する一研究

鈴木正勝・西畑勇夫

低平地における内水流出の特徴は、湛水現象とそれによる流出機構の変化にあると考えられるが、従来の内水流出の解析研究に用いられてきた方法の多くはこの点の吟味が十分とはいえない。筆者らは数年来、極端な低平地である木曾川河口部左岸、木曾岬村（三重県）の内水流出を調査し、従来の解析方法の一つである特性曲線法によって得た結果について具体的にその問題点を指摘した。ついで現象論的に低平地における流出状況を検討して、その特性を考慮した解析法としてタンクモデルによる解析を試み、タンクによって代表される流出成分の特性を明らかにすることを得たと同時に、全体としての内水流出をかなり忠実に表現することができた。本論文はその報告である。

従来、内水流出解析には、田面を貯水池と見なし、排水口より水路に流出した雨水は、その水路を $A=KQ^b$ なる運動則にしたがいながら一様な横流入をうけつつ流下するとして、流下距離に対応する流下時間と、その地点の流量を追跡する、いわゆる特性曲線法が多く利用される。

この方法で木曾岬村の内水を解析した結果と、観測値より得た結果との間には、時間的にも量的にもかなりの差が見られ、図-1 に示すように実際の流出状況は、田面水位と幹線排水路の水位差に比例して増減するものではないことを示している。これは、

図-1 特性曲線法による計算結果

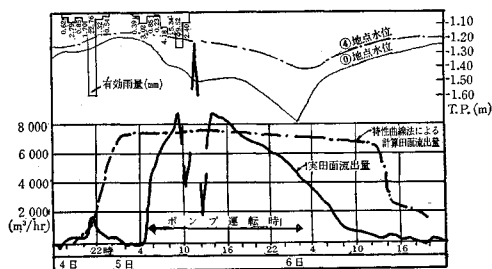


図-2 流域のタンクモデル

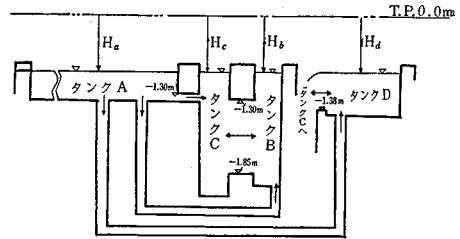
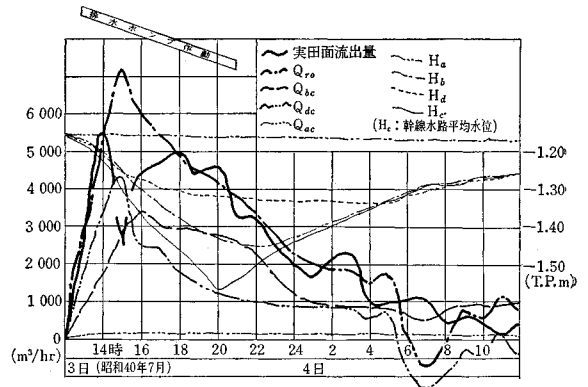


図-3 タンクモデルによる解析例



- (1) 外水位あるいは下流水位による背水の小排水路の流れにおよぼす影響
- (2) 小排水路内での貯留湛水による流出のおくれ
- (3) 田面域の貯留とその流出

などの問題が重なり合う結果と考えられる。

これらの相互関係を解明するため、筆者らは流域を水位差によって水が移動するタンクモデルにおきかえて解析を試みた。図-2のタンクA, B, C, Dはそれぞれ田面、小排水路群、幹線排水路、湛水区域を代表するものとし、タンク相互の連絡はオリフィスまたはせきによるものと考え、タンクCの水位を実測値にしたがって与えることにより、連続式を用いて各タンクの水位変化ならびに流出量を求めるものである。なお幹線水路最下流端での排水はポンプで行なわれる。

以上の解析結果は図-3に示すとおりで、タンクA, B, Dそれぞれの流出特性がきわめて明瞭に示されている。すなわち、

- (1) タンクCの水位が下り始めると、ただちにタンクDからの流出が全流出の主成分となる。
- (2) タンクDからの流出が低減し始めると、タンクBからの流出が全流出の主成分を構成する。
- (3) その後、タンクAとタンクBの水位差が大きくなっても、タンクBからの流出はむしろ減少する。
- (4) タンクCの水位が、排水ポンプの停止により上昇し始めると、タンクBからの流出は急速に減少

し、タンクBの貯留がすすむ。

以上は、実際の流出状況ともよく一致し、ことにタンクDの特性は従来の解析ではとらえられていなかったものである。これらの各流出成分の特性を知り得たことは、今後の低平地内水流出の解析研究に一つの指針となるものと考えられる。

(1968. 7. 1・受付)

〔鈴木：正会員 工修 (株)間組技術局
西畑：正会員 工博 名古屋大学教授 工学部〕

密度成層流におよぼす point sink の高さの効果

日野 幹雄・大西 外明

図-1 に示すような、水域底より任意の高さにある point sink に流入する密度成層流をとりあつた。point sink より十分上流における水の密度分布は次式のように直線変化をするものとする。

$$\rho = \rho_0(1 - \beta z), \quad \beta = (\rho_0 - \rho_1)/\rho_0 d \quad \dots\dots(1)$$

ここに ρ_1, ρ_0 は水域表面および底部の水の密度を表わす。point sink より十分上流位置 $r=R$ で、流れが水平で一様流速 U を有するものと仮定すると、 $r \rightarrow \infty$ では次式で表わされる pseudo-stream function $\tilde{\psi}$ を考えることができる。

$$\tilde{\psi} = -|U|Rz \quad \dots\dots(2)$$

Q を取水流量として、つぎの無次元諸量を考える。

$$\psi = \frac{\tilde{\psi}}{|U|Rd} = \frac{2\pi\tilde{\psi}}{Q}, \quad \xi = \frac{r}{d}, \quad \eta = \frac{z}{d} \quad \dots\dots(3)$$

これらの諸量を用いて、つぎの流れの基礎方程式をうることができる。

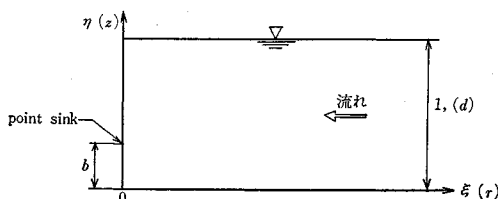
$$\frac{1}{\xi^2} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial \eta^2} - \frac{1}{\xi} \frac{\partial \psi}{\partial \xi} \right) + G^{-2} \psi = -G^{-2} \eta \quad \dots\dots(4)$$

ここに G は一種の modified densimetric Froude number であり、次式によりあたえられる。

$$G = \frac{Q}{2\pi\sqrt{g\beta}d^3} \quad \dots\dots(5)$$

水域底より $\eta=b$ の位置にある point sink に流入する流れの ψ は、式(4)を用いて perturbation 法によりもとめることができ、 $G > 1, G < 1$ のおのおの場合

図-1 流れの座標系



に対してつぎようになる。

(a) $G > 1$ の場合

$$\begin{aligned} \psi(\xi, \eta; b) = & -\eta - \sum_{n=1}^{\infty} \cos n\pi b \cdot \sin n\pi\eta \\ & \cdot \left[2\xi K_1 + \frac{\delta}{3n\pi} K_2 + \frac{\delta^2}{3n\pi} \xi^2 \left\{ \frac{\xi}{2 \times 6} \right. \right. \\ & \cdot (-I_1 K_2 K_3 + I_1 K_3 K_4 + I_3 K_1 K_2 \\ & + I_4 K_1 K_3) + \frac{2}{5n\pi} (I_1 K_2^2 - I_1 K_3^2 \\ & \left. \left. + I_2 K_1 K_2 + I_3 K_1 K_3) \right\} \right] \quad \dots\dots(6) \end{aligned}$$

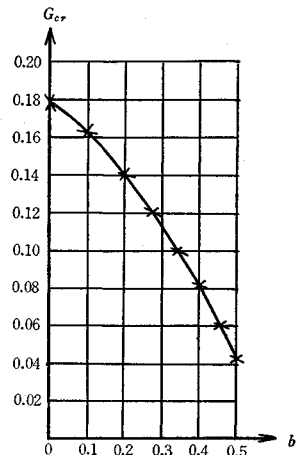
ここに $\delta = G^{-2}$ である。

(b) $G < 1$ の場合

$$\begin{aligned} \psi(\xi, \eta; b) = & -\eta - 2 \sum_{n=1}^{\infty} \cos n\pi b \cdot \sin n\pi\eta \\ & \cdot \left[\xi K_1 + \frac{1}{\varepsilon} \frac{\xi^4}{6n\pi} K_2 + \frac{1}{6n\pi} \right. \\ & \cdot \left\{ \frac{\xi^8}{2 \times 6} (-I_1 K_2 K_3 + I_1 K_3 K_4 \right. \\ & + I_3 K_1 K_2 + I_4 K_1 K_3) + \frac{2\xi^7}{5n\pi} \\ & \left. \left. \cdot (I_1 K_2^2 - I_1 K_3^2 + I_2 K_1 K_2 + I_3 K_1 K_3) \right\} \right] \\ & + \varepsilon^3 \psi_3 \quad \dots\dots(7) \end{aligned}$$

ここに、 $\varepsilon = G^2$ である。

図-2 point sink の高さ b と G_{cr} の関係



式(6), (7)で I_n, K_n はそれぞれ第1種、および第2種の変形された Bessel 関数、 $I_n(n\pi\xi), K_n(n\pi\xi)$ である。 G がある値 G_{cr} より小さくなると point sink 上部水域に澱み領域が発生する。本論文では、 G_{cr} の大きさは、point sink の高さにより変化する状態を、式(6), (7)を用いて検討し、図-2の結果をえた。また本論文では、取水点の水域底よりの高さをあたえると、 G の大きいかんによって表層取水、中層取水、深層取水の状態がえられることをのべた。さらに取水状態をこれら3つの状態に分ける場合、取水点が底部にある場合の G_{cr} の値、および取水点が全水深の中点にある場合の G_{cr} の値は、重要なファクターとなることを論じ、おのおの分離取水に関する第1限界定数、分離取水に関する第2限界定数と称することとした。

(1968. 7. 15・受付)

〔大西：正会員 工修 日本原子力発電(株)建設部
日野：正会員 工博 東京工業大学助教授 工学部〕

道路網形態に関する一考察

佐佐木 綱・前島 忠文

本論文はいくつかの地点を含む地域の土地利用計画が決定され、これらの地点間のOD交通量が推定されているとき、これらの地点をつなぐ道路網としてどのような形態が望ましいものであるかを考察し、グラフの理論を用いて望ましい道路網形態の探索法のいくつかを提案したものである。

まず中心となる1つの地点にOD交通が集中するような1点核道路網の形態について考察し、その最適形態の探索法を2種類提案し、簡単なモデルについてその最適

形態を電子計算機を用いて求め、これらの探索法の比較検討を行なった。つぎに、一般的なODパターンをもつ多点核道路網についてやはり2種類の探索法を提案し、モデル計算を行なった。さらにOD交通量が変化した場合に道路網の最適形態が点核道路網から複雑な道路網へと変化することを示した。またニュータウンなどの開発にともなって整備すべき路線の決定法についても考察した。

(1968.6.7・受付)

〔佐佐木：正会員 工博 京都大学教授 工学部〕
〔前島：正会員 工修 建設省都市局〕

【研究ノート】

有限変形法に関する二、三の考察 後藤茂夫
自然河川（移動床）の粗度に関する一考察

菊岡保人

第15回海岸工学講演会講演集頒布

第15回海岸工学講演会が昨年12月5～6日の2日間福岡市において行なわれました。第15回の講演発表数は57編を数えこれらを収録した講演集は370ページを越えるものとなりました。本講演集ご希望の方は土木学会へお申込み下さい。

体 裁：B5判 8ポ2段活版印刷 372ページ

定 価：3500円

送 料：150円

新しい基礎工法のえらび方と実績

本書の特色

- ◎各種基礎工法のチェックリストの一覧表を製作、一目して各工法の条件に応じた特長がわかる。
- ◎基礎工法のえらび方の各条件を体系づけ、はじめてえらび方の理論を確立した。
- ◎基礎工法のえらび方を各種工法を比較しつつ実例をもって示した。
- ◎とくに基礎工法のえらび方のキメテになる経費の比較も検討されている。

日本鉄道建設公団理事 田中 倫 治 編
B5判 373頁 定価3200円 送料200円

主 要 目 次

- | | |
|--|---|
| <p>第1章 各種基礎工法の概要
1.2.1 木クイ 1.2.2 鉄筋コンクリートクイ 1.2.3 PCクイ 1.2.4 鋼クイ 1.2.5 現場打ちコンクリートクイ 1.2.6 井筒工法 1.2.7 ケーソン工法</p> <p>第2章 各種基礎工法のえらび方
2.1.1 基礎工法の種類 2.1.2 設計上の問題点 2.1.3 施工上の問題点
第2節 各種基礎工法のえらび方のチェックリスト
2.2.1 各種基礎工法の分類 2.2.2 チェック・リスト 2.2.3 チェック・リストの使用法</p> <p>第3章 各種基礎工法のえらび方の実例
(採用工種) (比較設計の対象工種)</p> <p>3.1.1 RCクイ
(1) RCクイ (ケーソン、リバース、鋼管パイプ、RCクイ)
(2) RCクイ (深さにより沈下を許す場合)
3.1.2 PCクイ (PCクイ、RCクイ、鋼クイ、場所打クイ)</p> | <p>3.1.3 鋼管クイ (PCクイ、鋼管クイ)
3.1.4 鋼管クイの斜クイ
3.1.5 大口径クイ圧入工法 (ケーソン、大口径クイ圧入、リバース、ベント)</p> <p>第2節 場所打コンクリートクイ
3.2.1 ベントクイ工法 (RCクイ、現場打クイ)
3.2.2 カルウェルド式工法 (RCクイ圧入、アースドリル)
3.2.3 リバースサーキュレーション (ケーソン、リバース、鋼管クイ)
3.2.4 PIP
3.2.5 深礎工法</p> <p>第3節 ケーソン基礎・井筒工法
3.3.1 ケーソン基礎 (ベント、リバース、井筒、ケーソン)
3.3.2 井筒工法
3.3.3 特殊井筒工法 (井筒と下部ベテスタル、鋼管クイ)</p> <p>第4節 直接基礎
3.4.1 浮基礎</p> |
|--|---|

〈新しい基礎工法〉シリーズ 全4巻

〈増補版〉

新しい基礎工法
中島 武 編 定価1,500円・〒150円

〈増補版〉

新しい基礎工法の設計
中島 武・八島 忠編 定価2,600円・〒180円

〈改訂版〉

新しい基礎工法の歩掛と実績
中島 武・滝山 養編 定価2,000円・〒150円

基礎工法の技術書は
近代図書 株式会社 東京都千代田区九段北1-6-7 TEL.(263)3871~2
郵便番号 102 振替 東京 23801