

今月は論文集第111号(39年11月発行) 登載予定論文としてつぎの3編を紹介します。なお、次号では第112号 登載予定論文として下記の4編を紹介する予定です。

- 中川建治: パワースペクトル解析の応用について
- 橋 善雄・足立義雄: 不完全合成桁について
- 岡本舜三・伯野元彦・加藤勝行・大多和道子: アーチダムの地震動観測
- 毛利正光: 駐車実態調査方式の研究

鋼管組立材の横方向の安定性

森 宣 制

近年溶接組立てによるトラス状の鋼管組立材が仮設構造物などの部材としてしばしば用いられている。この部材は橋梁のトラスのように、各格点ごとのラテラルブレースおよびスウェイブレースによって、横方向の安定性を保持されている場合と異なり、数格間を横方向に無拘束にされているので、むしろ開腹のI断面材として扱わなければならない。

本論文はこのように開腹のI断面材として扱わなければならない場合の鋼管組立材について、その弾性域における横座屈の限界値を理論的に求め、さらにその実験検証を行なったものである。考慮の対象とした組立材は、両弦平行、等格間のワーレンタイプまたはブラットタイプ、弦材、斜材、垂直材の各部材はそれぞれ等断面の鋼管より成るものとしている。

解析の結果、同材に軸方向圧縮力 N および面内曲げモーメント M が作用するときの、 N と M の限界値は、

$$\left(1 - \frac{N}{P_e}\right) \left(1 - \frac{N}{P_w}\right) - \left(\frac{M}{M_k}\right)^2 = 0$$

ただし P_e : オイラーの座屈値
 P_w : ワグナーの座屈値
 M_k : 面内曲げモーメントの限界値

という充腹のI断面材の場合と全く同じ形の式で表現できる。

しかもその場合における各部材の効果、いいかえると上弦材に対

する下弦材およびウェブ材の協力作用はかなり大きく、そのため上弦材のみが単独に横座屈するとみなしていた在来の計算方法は、簡便ではあるがあまりにも安全になり過ぎていることを指摘したい。
 (1964.4.23・受付)
 [正会員 労働省産業安全研究所]

コンクリートの静的圧縮変形、破壊に対する温度効果

畑 野 正

コンクリートの強度が低温度においていちじるしく増大するということはすでによく知られた事実である。しかし温度と強度の関係を一般化した形で求めた例はまだ知られていない。高温時の強度についてはよく知られておらず、また弾性率やひず

図-1

Frequency Response

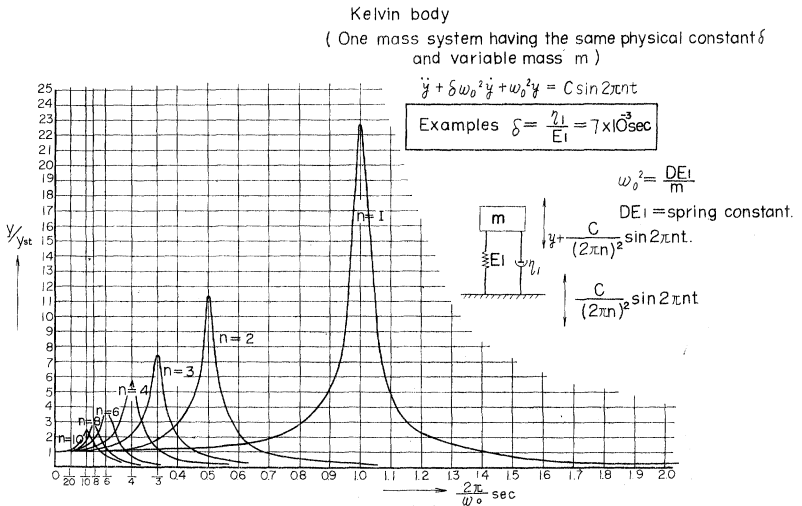


図-2

Frequency Response

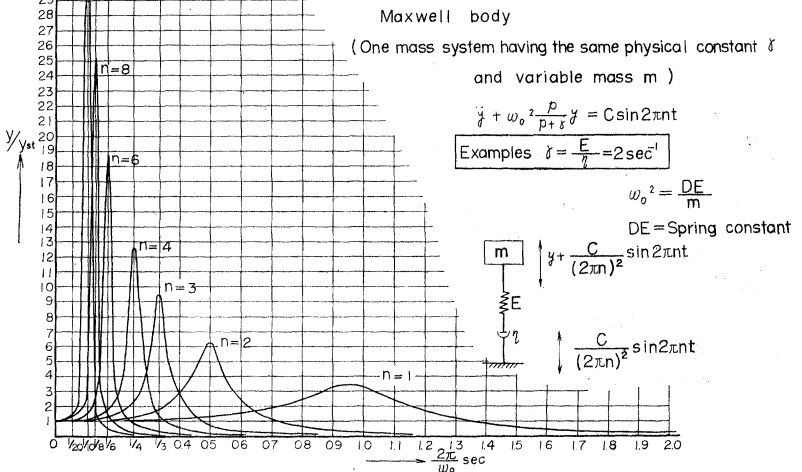


図-3

Frequency Response

Simplified Maxwell - Kelvin body
 (One mass system having the same physical constants α, δ ,
 and variable mass m)

$$\ddot{y} + \omega_0^2 \frac{p+\alpha}{p+\delta} y = C \sin 2\pi nt$$

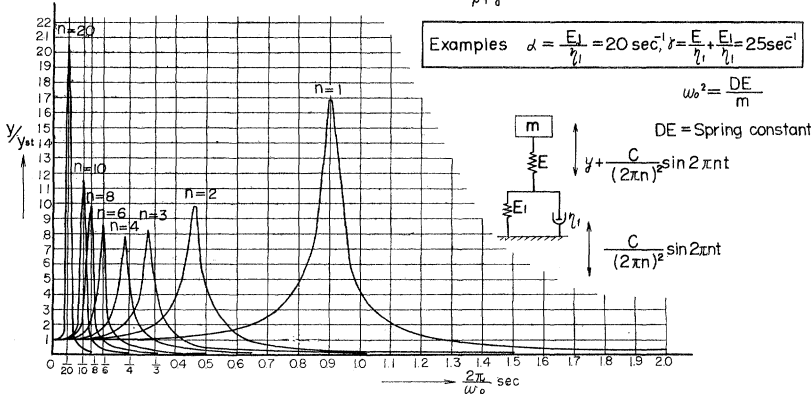
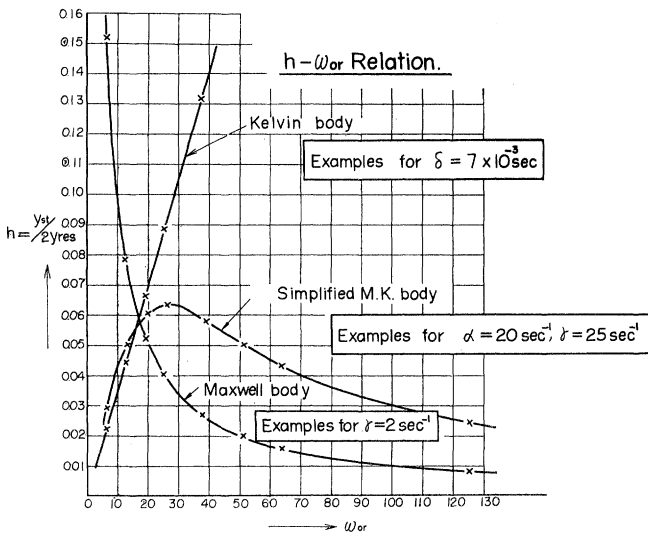


図-4



み能力が温度によっていかなる影響をうけるか等についても例を見ない。これらの問題はコンクリートの破壊論の立場からもきわめて興味のある問題である。著者はコンクリートの変形と強度に関する時間の効果について一般的関係を求めてきたが、この場合強度と時間については分子反応速度論から導いた理論式と実験結果がよく一致するのを見た。この理論式の示すところでは破壊時間（荷重を一定速度で増加して行なって破壊に至るまでの時間）を一定とすれば、強度は絶対温度と逆比例することになる。このようなことが実際に観測されるかどうかを見、さらに弾性率やひずみ能力と温度との関係を確かめるために、 $-40 \sim +60^\circ\text{C}$ の間で破壊時間を約 100 sec に限定したときの静的圧縮破壊試験を行なった。

アムスター試験機の上に恒温槽をおき 10 cm 径、20 cm 高の供試体を入れて図-1 のような方法で荷重を加え圧力とモールドゲージによるひずみを記録した。供試体はコンクリート、モ

ルタルの各一種とした。温度は供試体表面の三個、中心部三個の銅コンスタンタン線で測り、六點の平均温度をもって供試体温度とした。六點の内の最大温度差が平均温度の数%以内におさまるように温度を調節した。

以下コンクリートについて得られた結果を図示する。図-2 は応力・ひずみ曲線である。点線で示した部分は、荷重が最大になって以後も、供試体の崩壊を生ぜずに圧力セルの示度が低下しながらひずみの増大している過程を示すものである。本文にいう強度はこの曲線中の応力の最大値 σ_u であり、圧縮ひずみ能力 ϵ_c は σ_u のときのひずみの値である。すなわち点線で示された領域では巨視的な意味でも破壊を生じているとするのである。図-3 は強度の逆数 $1/\sigma_u$

と絶対温度 T_0 の関係を示したものである。 $270^\circ < T_0 < 340^\circ$ の間では $1/\sigma_u$ の値は T_0 に正比例し、絶対零度を通る直線の上に実験値が大体のっていると見ることができる。 $230^\circ < T_0 < 265^\circ$ の間では前者にくらべて温度低下による強度増大の割合はいちじるしく大きくなっている。図-4 は圧縮ひずみ能力 ϵ_c と絶対温度 T_0 の関係を示したもので、氷結しない間はひずみ能力は一定であるが、氷結すると断絶的に増大し、しかも温度低下につれて増大して行く。図-3, 4 の関係からコンクリートの物性は氷結によって急変し、氷結点以下にはその温度に応じた特性をもつものであると解される。つぎに弾性率を応力・ひずみ曲線上の四点 (ϵ_c の 1 倍, 0.75 倍, 0.5 倍, 0.25 倍のひずみ値とこれに対応する応力の点) についての Secant Modulus $E_s, \epsilon_c, E_s, 0.75\epsilon_c, E_s, 0.5\epsilon_c, E_s, 0.25\epsilon_c$ として表現したとき、その逆数値と絶対温度の関係を示したものが図-5 である。氷結点以上では $1/\sigma_u$ が T_0 に比例し、 ϵ_c が一定という関係から $1/E_s$ が T_0 に比例し、かつ絶対零度を通る直線上にのると考えられるが、図の示す所は

大略以上のようにいってよいということを明らかにしている。氷結点以下では断絶的に E_s が増大している。

以上の結果はモルタルについても全く同様であって一般的な表現としてつぎのような取り扱いが可能となる。すなわち著者の従来の強度 σ_u 、ひずみ能力 ϵ_c 、破壊時間 t_u との間のつぎの関係式は、

$$1/\sigma_u = A + B \ln t_u \dots \dots \dots (1)$$

$$\epsilon_c = \text{Constant} \dots \dots \dots (2)$$

$$1/E_s = C + D \ln t_u \dots \dots \dots (3)$$

常温について求められたものであるから、本実験の結果と組合せて、次式のような表現が得られる。

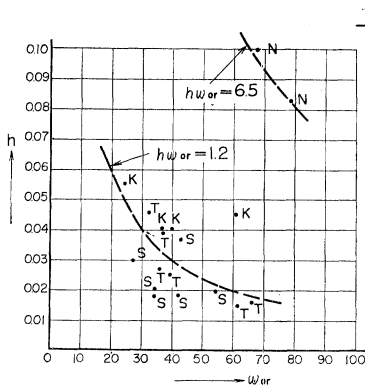
$$1/\sigma_u = T_0(H + K \ln t_u) \dots \dots \dots (4)$$

$270^\circ < T_0 < 340^\circ$

$$\epsilon_c = \text{Constant} \dots \dots \dots (5)$$

$270^\circ < T_0 < 340^\circ$

Relations Between the Fraction of Critical Damping (h) and Natural Circular Frequency (ω_{or}) of the Structure



I. Arch Dam.

N:	Naramata Arch Dam	Height	13 m
K:	Kamishiiba Arch Dam	Height	113 m
T:	Tonoyama Arch Dam	Height	65 m
S:	Sazanami Arch Dam	Height	67 m

$$1/E_s = T_0(L + M \ln t_u) \dots\dots\dots (6)$$

$$270^\circ < T_0 < 340^\circ$$

一方 $230^\circ < T_0 < 265^\circ$ の範囲では全く事情が異なってくる。内部の水分の水結によって、氷結しない時にくらべてその物理的性質を断絶的に変化し、かつその氷結温度に応じた物理的性質を各温度について呈するものと解すべきであろう。実験結果を一般的に表現するとすれば次式のような形が考えられる。

$$1/\sigma_u = (T_0 - H'')(H' + K' \ln t_u) \dots\dots\dots (7)$$

$$230^\circ < T_0 < 265^\circ$$

$$\epsilon_e = -P T_0 + Q \dots\dots\dots (8)$$

$$230^\circ < T_0 < 265^\circ$$

$$1/E_s = (T_0 - L'')(L' + M' \ln t_u) \dots\dots\dots (9)$$

$$230^\circ < T_0 < 265^\circ$$

(1964.3.21 受付)

[正会員 工博 電力中央研究所]

コンクリート舗装の構造設計に関する実験的研究

岩 間 滋

コンクリート舗装の構造設計方法に関して従来発表されたもの、あるいは今日まで慣用されているものは、(1)最近のコンクリート舗装においては縦縁部から横方向に生ずるひびわれしか見られず、縦縁部応力のきびしいことを示しているにもかかわらず、隅角部応力をもとした設計法しかないこと。(2)車輪の走行位置が道路の横断方向に分布していることが考慮されていないこと。(3)日間および年間を通じての温度応力の大きさと時間が考慮されていないこと。(4)舗装コンクリートの疲労曲線がわずか十万回を限度として今日の交通情勢に全く合わないこと。など問題点が少なくない。

この論文は、これらの問題点を解明するために行なった研究を取りまとめたものであって、その結果実験の範囲内で得られた成果を要約すると、つぎのようである。

(1) 輪荷重応力と温度応力を合成した応力の大きさと度数を疲労曲線と照合してみると、コンクリート舗装版で最もきびしい応力条件にさらされているのは縦縁部である。縦縁部のう

ち自由縁部と縦目地縁部のいずれがよりきびしい応力条件にさらされているかは、縦目地縁部の補強方法と路肩の条件などによって相違するが、縦目地縁部の応力条件のほうがきびしいことが多い。

コンクリート舗装版の設計にあたっては、縦自由縁部またはタイバーつき縦突合せ目地縁部の輪荷重応力に関する設計公式および影響線、ならびに大型車の重量別走行台数と後輪の走行位置分布を考慮して輪荷重応力の大きさと度数を求め、つぎに縦縁部の温度応力に関する設計公式とその地方における温度差(版表面温度-底面温度)の大きさと時間を考慮して温度応力の大きさと時間を考慮して温度応力の大きさと時間を考慮して両応力を合成した応力の大きさと度数を決定し、これとコンクリートの疲労曲線を照合することによって、コンクリート舗装版の厚さを定めるのが合理的である。

(2) コンクリート舗装版の自由縁部い

っぱいの位置に円形載荷板をおいて荷重を加えた場合の最大引張応力度は、半円載荷板の仮定を全円載荷板に改めるなどの考慮を払って Teller & Sutherland の公式を修正した、つぎの実験式に比較的良好一致する。

$$\sigma_e = 2.12(1 + 0.54 \mu) \frac{P}{h^2} [\log_{10} l - 0.75 \log_{10} a - 0.18]$$

ここに、 σ_e : コンクリート舗装版自由縁部の最大応力度 (kg/cm^2)、 μ : コンクリートのポアソン比、 P : 輪荷重 (kg)、 h : コンクリート舗装版の厚さ (cm)、 l : コンクリート舗装の剛比半徑 (cm)、 a : タイバーの接地半径 (cm)。

すなわち Westergaard のスプリング路盤の仮定は、コンクリート舗装に対しては十分正確に成り立つ。

タイバーを用いた縦突合せ目地縁部の最大応力度は、縦自由縁部の最大応力度より小さいが、この部分では車輪の走行度数が多いので設計上問題となることがある。その大きさは、上式の $0.68 \sim 0.75$ 倍であるから 0.75 倍として設計するのが実用的である。

(3) 車線数、車線幅および路肩条件が与えられた場合の走行位置分布を求める点をつくったが、たとえば 2 車線幅 7.5 m の道路の縦目地から 15 cm , 45 cm , 75 cm の位置を通る大型車後輪通過数は、大型車の片側日交通量の $55, 30, 20\% \dots\dots$ とすれば安全側である。またその時の縦縁部の応力度は、最大応力度、最大応力度の 0.7 倍、最大応力度の 0.5 倍……である。

(4) コンクリート舗装版の温度応力としては内部応力、端部こう東応力およびそりこう東応力があるが、間隔 15 m 以下に収縮目地を設けたコンクリート舗装版の設計においては、一般に端部こう東応力を考慮する必要がなく、内部応力とそりこう東応力だけを考えればよい。

内部応力とそりこう東応力は、いずれも版表面温度と底面温度の差に深い関係をもつ応力であるが、そりこう東応力が引張応力となる時期においては内部応力が圧縮応力となることが多いから、縦縁部における両応力の和を大きめに与える次式によって、設計用の温度応力度を求めるのが実用的である。

$$\sigma_x = 0.35 C_w \alpha E \theta'$$

ここに、 σ_x : コンクリート舗装版縦縁部の温度応力度の設計用数値 (kg/cm^2)、 C_w : そりこう東係数、 α : コンクリートの膨張率 ($^\circ\text{C}^{-1}$)、 E : コンクリートのヤング率 (kg/cm^2)、 θ' : 温度差 = 版表面温度 - 底面温度 ($^\circ\text{C}$)。

収縮目地間隔が与えられた場合に そりこう束係数を求める表をつくったが、たとえば正の温度差におけるそりこう束係数は、収縮目地間隔 6 m, 10 m, 15 m... に対して 0.91, 0.96, 0.97... である。

またコンクリート舗装版の厚さが考えられた場合に、東京付近の舗装版の温度差を求める表をつくったが、たとえば厚さ 25 cm の版の温度差は最高 15°C, 最低 -7°C であって、温度差が 15°C, 13°C, 11°C... になる時間は、1年間の 0.1%, 0.7%, 1.6%... である。

(5) 輪荷重応力に温度応力の組み合わせについては、温度差が正の時間中に 70% の大型車 (大都市付近の道路の場合) または 60% の大型車 (地方部の道路の場合) が走行すると仮定して行なうのが実用的である。

(6) 硬結りの舗装用コンクリートの疲労曲線としては、縦軸にくり返し応力度と曲げ強度との比をとり、横軸にくり返し度と曲げ強度との比をとり、横軸にくり返し回数を対数尺でとった片対数グラフにおいて、(1回, 100%) の点と (200回, 90%) の点と (4000回, 80%) の点と (1500000回, 50%) の点

を直線で結んだものは設計用として使用に耐えるものと思われる。

(7) コンクリート舗装版は、縦縁部を補強することによって舗装全体の寿命をいぢるしくのばすことができる。

コンクリート舗装版の縦目地は、めくら目地のように構造的に丈夫なものとするのが最も望ましく、また構造のいかに問わずタイバーで補強することがきわめて望ましい。突合せ目地構造とする場合には、タイバーのほかさらに直径 13 mm 以上の異形鉄筋を縁部付近に 5~6 本埋めこむことは、ひびわれの発達を防ぐ効果がある。

コンクリート舗装版の縦自由縁部を補強する方法としては、直径 13~16 mm の異形鉄筋を縁部付近に 5~6 本埋めこむ方法、厚さ約 5 mm の鋼板からつくったエキスパンデットメタルを縁部付近に埋めこむ方法などが、ひびわれの発生と発達を防ぐ効果が高く、コンクリート舗装全体の寿命をのばすのは有効であると思われる。

(1964. 5. 15・受付)

[筆者: 正会員 日本道路公団高速道路建設局浜松工事事務所]

CIVIL ENGINEERING IN JAPAN 頒布

CIVIL ENGINEERING IN JAPAN, 1961

A 4 判 80 頁 定価 700 円 (千共)

CIVIL ENGINEERING IN JAPAN, 1962~1963

A 4 判 125 頁 定価 700 円 (千共)

CIVIL ENGINEERING IN JAPAN, 1964

A 4 判 160 頁 定価 1000 円 (千共)

世界の橋

監修

日本大学教授・工学博士
成瀬勝武
工学博士
青木楠男
土木研究所長・工学博士
村上永一

編者

日本鋼管KK・橋梁設計部
成瀬泰雄
三菱日本重工業KK・橋梁設計課
来島武

体裁

A 4 変型 総アート
原色 3 枚 2 色刷 6 頁
大型写真 300 枚
クロース製 豪華本

森北出版KK

東京都千代田区神田小川町 3-10
振替 東京 3 4 7 5 7
電話 (291) 2616・3068 番

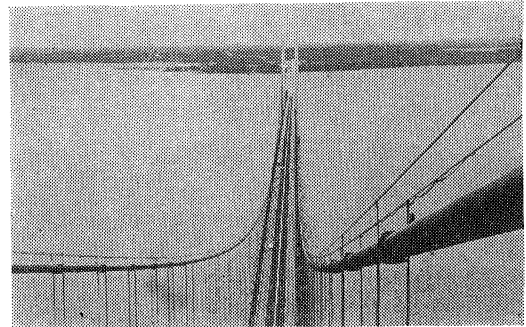
定価 4000 円

特価 3600 円

(昭和39年10月末日まで)

★内容見本呈

傑作写真の集大成による世界の名橋の文化地理的・科学的分析ここに初めて成る!!



マキノ橋 アメリカ合衆国ミシガン州

■特色

- 世界30数か国の歴史的な名橋、近代・現代の代表的な橋を構造別に収録した威力ある橋梁大観
- 歴史的な橋、現代世界の新しい橋、日本の橋の3部門を構成し、美観と実用性の両面から説明
- 橋梁設計の最高権威 R. マイヤールの各種タイプの橋を収め、橋の造形美的な認識を強調した異色篇
- 土木・建築の技術者への好き設計指針、デザイナー・写真家・美術愛好家・学校図書館必備の愛蔵版
- 大型写真・原色版・2色刷により多角的に編集した豪華版