

今月は論文報告集第170号(44年10月20日発行)の登載原稿として、つぎの4編を紹介し、今月紹介した論文報告に対する討議は45年4月20日まで受け付けます。次号では論文報告集第171号登載予定原稿として下記の5編を紹介する予定です。

伯野元彦・四俣正俊・原 司：計算機により制御されたはりの動的破壊実験

林 正夫・藤原義一：逐次破壊現象としての斜面の安定性の数値解析——弾・粘・塑性の有限要素法と模型実験との比較——

杉尾捨三郎：河川の平均流速公式と河床形態との関係について

西田俊策・赤塚雄三・知智昭市：外海におけるケーソン防波堤施工方法の研究

毛利正光・本多義明：シミュレーションによる系統信号機のスルーバンドに関する二、三の考察

隅角部の角度と隅角部付近の応力分布との関係

岡 林 稔

二次元弾性問題において、領域が鋭い隅角を持った境界を有するときの隅角部付近の応力状態について、多谷教授その他二、三の人々が研究がある。ただし、それらはいずれも隅角の内角が 180° より大である場合を論じているが、内角が 180° より小さい場合にも、応力分布の有様が急変する角度があり、それはほぼ 146° であることを示す。なお、隅角を持つ領域を分数式で、できるだけ近似的に半平面に写像する方法を述べ、それによって隅角部付近の応力分布を数値計算し、内角が $257^\circ 30'$ 前後の場合、および 146° 前後の場合につき、応力分布の有様がどのように変化するかを調べた。その結果、内角が 180° より大なる場合、 $257^\circ 30'$ 前後で応力分布の有様はあまり顕著な変化を示さないが、内角が 180° より小なる場合、 146° 前後で応力分布の有様がかなり顕著な変化を示すことがわかった。

(1969.4.7・受付)

【筆者：正会員 工博 名古屋工業大学教授 土木工学科】

ケーソンの動特性に関する一研究

伯野 元彦・野尻 陽一

構造物の耐震性を考える上で、基礎が重要な役割を果

たしていることは古くから唱えられ多くの研究がなされて来た。そして、基礎工にケーソンが用いられることも多いが、ケーソンの耐震設計に当っては、通常、ケーソンのまわりに付加質量を考え、それがスプリングでささえられているというモデルを想定して、種々の解析を行っている。このモデルの場合、ケーソンはほとんど必ず共振現象を起こすはずであるが実際にもそのようなことが起こるかという疑問に答え、またその他一般に地中に埋設された構造物の動特性を知るための第1歩として、地中に埋設されたモデル構造物の発破振動実験とそれに関連した多少の二次元弾性波動論による解析を行なった。

1. モデル ケーソンの発破実験

モデル ケーソンは遠浅海岸の砂質地盤中に、イコスに似た工法で製作した。1辺5mの正方形断面をもち、深さ約12mの鉄筋コンクリート製で厚さは40cmのもの1個と、今一つはケーソンとはいえないが、シートパイルを直径5m、深さ約12mに打ち込んだ円筒形壁体である。実験開始時には、RC壁体の内部にはほぼ自然の状態で砂が詰っており、シートパイル壁体の方は砂は無かった。発破実験は壁体内部に砂あるいは水がある場合と、カラの場合の二種の条件の下で行なった。その結果、つぎの事柄が知られた。

- i) 壁体内部に砂または水がある場合には、全く共振現象は認められなかったが、内部がカラの場合、構造全体としてではない局所的な共振が現われた。この共振は振動数が高く、しかもモデルの底部のマッシュパイルコンクリートによって引き起こされたものではないかと想像した。
- ii) 海岸砂地のような地表面と地下水位がほとんど等しいような場合にはP波の速度は非常に速いが、これは水中を伝わる音波ではないかと想像した。

2. 二次元波動論による解析

モデル ケーソンが並進またはロッキングによる共振を起こさなかったことから、この理由の一部でも説明できるのではないかと考えて、二次元的な円形剛体が弾性体中で振動した場合の性状を解析した。

振動方程式

$$(\lambda + \mu) \nabla \nabla u + \mu \nabla^2 u = \frac{\rho}{g} \ddot{u}$$

ただし、 u ：変位ベクトル

∇ ：ベクトルの微分演算子

λ, μ ：Laméの定数

をつぎの二種境界条件のもとに与えた。

- i) 円形剛体表面と弾性体は密着しており相対変位はない。

ii) 円形剛体表面に直な方向には弾性体と相対変位はないが、周方向には自由にすべる。

その結果、周辺地盤の円形剛体の振動に対する反力、振動減衰定数、共振曲線などを得ることができたが、それらからつぎのことがいえると思う。

i) 地盤反力は複素数となるが、その実数部は、地盤のばね係数と付加質量の効果を和の形で含んでいると思われるが、実数部の振動数による変化の仕方からみて、付加質量の存在は疑わしい。

ii) 地盤反力の虚数部は、波動によるエネルギーの逸散すなわち振動減衰を表わしていると思われるが、その振動数との関係はほぼ比例関係にあり、その限りでは粘性減衰とよく似ている。そして、その絶対値はばね反力にくらべて比較的大きく弾性体中では構造物の振動エネルギーは波動となって消散する量が大きいため、共振が起こりにくいことがわかった。

iii) 共振曲線からも共振現象は認められず、適当な仮定のもとに求めた振動減衰定数は1.0より大きい値をとっていた。

(1969.4.11・受付)

【伯野：正会員 工博 東京大学助教授 地震研究所】
 【野尻：正会員 鹿島建設(株)技術研究所】

結晶片岩の構造異方性に 関する実験的研究

赤井浩一・山本和夫・有岡正樹

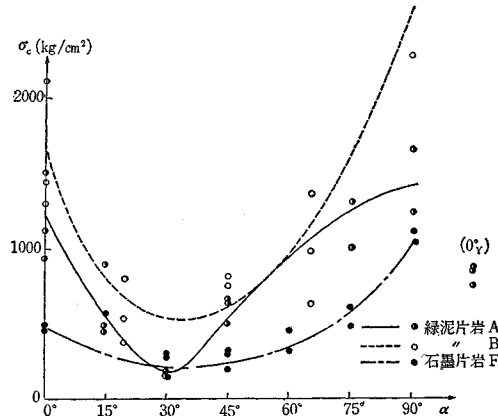
岩のもつ節理、層理、片理などの地質学的構造異方性が破壊強度や破壊の形態および変形挙動にどのような影響をおよぼすかについて総合的な研究を行なうため、愛媛県産の緑泥片岩と石墨片岩を用いて一軸・二軸および三軸圧縮試験を行なった。これらの試験において主眼としたものは、荷重方向から測った片理面の傾斜角の大小による破壊強度の変化と、高い拘束圧下でのこの特性の推移を調べることにある。さらに超音波伝播速度から求めた岩石の動的な弾性挙動と静的な圧縮試験による挙動との関係など、いわゆる岩の変形性質についても若干の考察を行なった。

得られた結果のおもなものをまとめるとつぎのようになる。

(1) 円柱供試体による一軸圧縮試験から判明したことは、片理の方向が強度に与える影響は層と軸圧とのなす角 α が 30° 付近で最も著しく、層の影響がほとんどないと考えられる 90° -供試体の強度の約75~90%もの強度低下を示している(図-1参照)。

(2) 線構造の方向も強度に影響を与え、弾性軸Y軸方向のものはX軸方向のものにくらべて強度の低下が大

図-1 片岩供試体の一軸圧縮試験における層方向と強度との関係

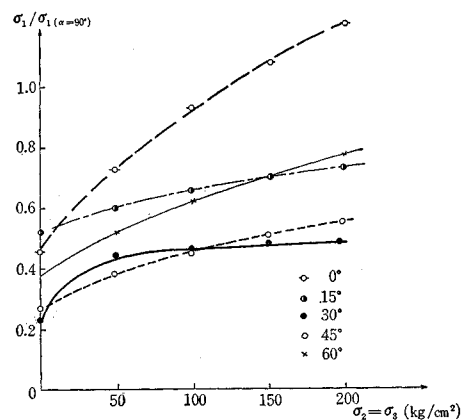


きい。また石墨片岩のように線構造が顕著でないものでは、 0° -供試体は 90° -供試体にくらべて55%もの強度低下を示している。

(3) 破壊の形態は大別して層に沿うへき開、層に沿うせん断、層に無関係なせん断にわけることができるが、層方向によってはこれらが複合して起こる場合もあり、層間の強度、線構造など岩石の内部構造に支配される。

(4) 立方供試体による三軸圧縮試験から、拘束圧の増加にともなう強度異方性の減少は、モルタルでの予備実験で期待されたほど著しくはなく、 200 kg/cm^2 の高い拘束圧のもとでさえ、 30° -供試体で50%もの強度低下を示すことが知られた(図-2参照)。

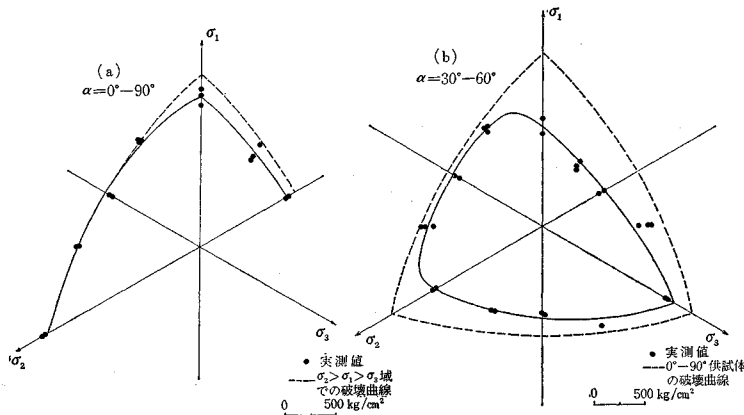
図-2 拘束圧による石墨片岩供試体の強度変化



(5) 各拘束圧段階における層方向と強度との関係は、Donathによる粘板岩の試験結果など同一の傾向を示しているが、Jaegerの理論を適用した検討では $\alpha=15^\circ\sim 45^\circ$ の範囲でのみ合致がみられた。

(6) $0^\circ\sim 30^\circ$ -供試体では(3)で述べた層に沿う破壊のほか、進行的なせん断域の形成という特殊な破壊形

図-3 緑泥片岩供試体のII平面表示



態をとらなう。 $\alpha=45^\circ\sim 90^\circ$ では程度の差こそあれ、層を横切るせん断破壊が卓越している。

(7) 平均主応力一定の三軸圧縮試験から、石墨片岩供試体の主応力空間内での破壊曲面が図-3のように求められた。これより実在する層状岩石の破壊曲面は、層に平行でない主応力 σ_1 および σ_2 が最小主力となる域で層の影響をもつような、ひずんだ三角錐に近いものとなることがわかる。

(8) 異方性岩石の弾性挙動については、その縦波伝播速度、したがって動弾性係数が層の方向により変化し、その関係は余弦関数で表わされる。

(9) 弾性係数と一軸圧縮強度の間には層面角度を媒介として二次的な関係があり、また破壊ひずみと強度との間にはほぼ直線関係が認められる。

(1969.5.8・受付)

| | | | |
|--------|----|--------|------|
| 赤井：正会員 | 工博 | 京都大学教授 | 工学部 |
| 山本：正会員 | 工修 | 京都大学助手 | 工学部 |
| 有岡：正会員 | 工修 | 熊谷組 | 大阪支店 |

連続舗装の熱膨張座屈

川口昌宏

1. 緒言

目地を設けることは舗装の弱点をつくることになるのに、膨張目地を設ける目的は、膨張をおさえることによって生ずる圧縮力を減じるためと、持上り（ブローアップ）を防ぐためである。持上りとは何かを考えてみると、(1) 路盤の不等沈下あるいは不等隆起によるもの、(2) 熱膨張によるもの。これを分けて：a 舗装の端面が接触している物の面に沿ってせり上げる現象、b 偏心圧縮により曲げが生じて端面がまくれ上の現象、c 座屈、となつて思われる。上記の(2)が問題となるわけだが、そのうちaとbは舗装を連続にしてしまえば起こらない現

象である。そこで連続舗装の座屈を調べることは意味が大きい。

本論文は、連続舗装の中央部の座屈と連続舗装が剛壁に接する部分の座屈を研究した。

2. 座屈温度の計算方法

路盤の支持作用は沈下に対しては線形ばね作用を持ち、浮上りに対しては何ら抵抗しないと考えた。舗装を棒に置換え、境界条件は舗装中央部での座屈においては座屈波の終始点で固定、剛壁に接する点ではヒンジとした。熱膨張による圧縮力は路

盤と舗装との摩擦によって加わり、摩擦の作用は摩擦係数で与えた。これによって舗装の座屈後のつりあい方程式は

$$EIW'''' + P(W) \cdot W'' = -Q$$

EI は舗装の曲げ剛性、 P は軸圧縮力、 Q は鉛直分布荷重である。右辺は $W > 0$ で $Q = q$ (自重)、 $W \leq 0$ のとき $Q = kW$ である。 k は路盤のばね作用である。すべての境界条件を満たす ϕ と未定係数 C を使って、 $W = C\phi$ と仮定して、方程式にガラーキン法を適用すれば、 C に関する三次方程式が得られる。これが解を持つ条件より座屈荷重の下限値が求められる。

3. 計算結果

(イ) 連続舗装においては、座屈に対して安全度はかなり高い(図-1)。

(ロ) K 値および摩擦係数が実用範囲で値が変わっ

図-1 十分長い連続舗装の熱膨張座屈

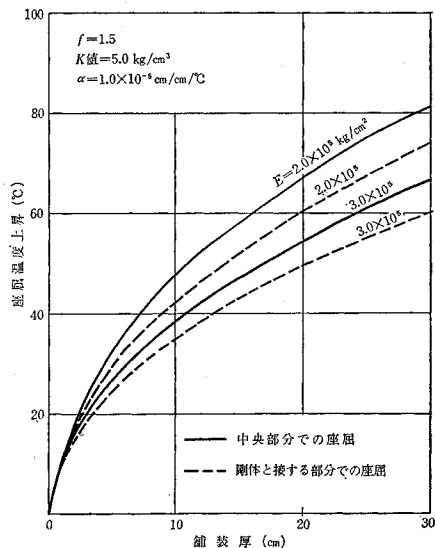
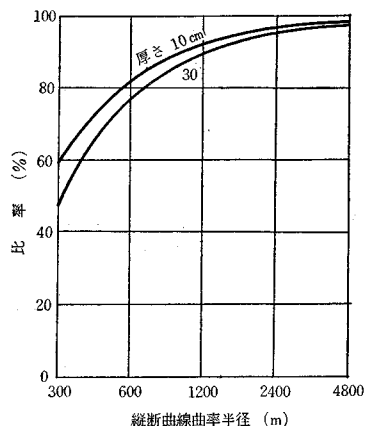


図-2 縦断曲線による座屈温度上昇の低下
曲率半径無限大を 100% とする



ても、座屈温度は、ほとんど変わらない。

(ハ) 縦断曲線の影響は 図-2 に示す。

(ニ) 厚さ方向に温度勾配があっても、中央部の座屈温度には影響がない。

4. 実 験

鋼製の帯板による模型実験を行なって考察した結果、座屈は飛移現象であり、正確な座屈値はポテンシャルエネルギーの変化によって求める必要があることが明らかとなった。実際の座屈温度は上昇計算で求めた値よりかなり高いであろうと考えられる。

(1969.5.12・受付)

[筆者：正会員 工博 日本大学講師 理工学部]

論文報告集への討議について

論文集編集委員会では、論文集報告集に掲載した全論文報告に対しての討議を受付けておりますので、討議をされる方は下記の要項をご参照のうえ論文集編集委員会へてご提出下さい。

記

1. 討議は論文報告集掲載の全文を対象とします。
2. 討議の受付は論文集報告掲載後 6 ヶ月以内とします。
3. 討議原稿を提出するときは学会原稿用紙に必要事項を記入のうえ論文集委員会へてご提出下さい。
4. 討議原稿の取扱いは論文集編集委員会にご一任下さい。
5. 討議に関する問合せは論文集編集委員会へご連絡下さい。

建設コンサルタント

建設事業の計画 調査・測量・設計 施工監理

株式会社 関東復建事務所
 代表取締役 近藤 信一
 本 社 東京都中央区銀座1丁目2番地1号
 電話 東京(03)563 3111 (大代表)
 名古屋事務所 名古屋市中区大清水町5-1-4
 電話 名古屋(052)321 4321

中央高速道路相模湖オフランプ