

論 文 報 告 紹 介

今月は論文報告集第165号(44年5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。今月紹介論文報告に対する討議は44年11月20日まで受け付けます。次号では論文報告集第166号登載予定原稿として下記の5編を紹介する予定です。

- 水島章次・成岡昌夫：構造解析用プログラミング言語，および，システム構成
- 吉本 彰・萩野正嗣：細骨材の粒度がアスファルト コンクリートのマーシャル安定度におよぼす影響
- 吉本 彰・萩野正嗣：アスファルト コンクリートにおける連続粒度と不連続粒度のマーシャル試験方法による比較
- 梶田建夫・秋本昌胤・川本眺万：円柱状ぜい性材料供試体の一軸圧縮試験における加圧面拘束が変形状態および圧縮強度におよぼす影響について
- 田沢栄一：ポルトランド セメントの収縮重量減少におよぼす養生期間の影響 (英文)

演算子法による各種の連続ばりの解析

吉 沢 孝 和 ・ 谷 本 勉 之 助

本文では、骨組構造解析の基礎ともなるべき連続ばりについて、これの演算子法による解法を、普通のはり、弾性床の上のりおよび軸圧力を受けるはりの3種類の系について総合的に記述している。一般に、ネットワーク系構造物はトポロジカルな構成単位の集合体とみなすことができる。連続ばりの場合には各径間が構成単位となり、これらが相互に結合されてひとつの系が形成されている。演算子法は骨組構造物のこのような特性に注目して組み立てられた解析法である。

ここで取り扱う3種のはりの曲げの微分方程式は、それぞれの一般解において4個の積分定数を有している。これを次式に示すように1本の列ベクトルにならべ、はりの固有マトリクス (eigenmatrix) と名づける。

$$N = \{A \ B \ C \ D\} \dots\dots\dots(1)$$

この固有マトリクス N によって、はりの任意点 ρ における物理量 $W(\rho)$ (たわみ w , たわみ角 θ , 曲げモーメント M , せん断力 S) はつぎのようにあらわされる。

$$W(\rho) = DP(\rho)[N + K(\rho)] \dots\dots\dots(2)$$

ここに、 D = 係数マトリクス (4行×4列), $P(\rho)$ = 座標マトリクス (4×4), $K(\rho)$ = ρ 点における荷重マトリクス (4×1) である。基本式(2)に示すように、本法ではたがいに性質の異なるデータをそれぞれのマトリクスにまとめ、常に完全分類の形態を保持しながら解析の手順が組み立てられている。

相隣り合う2つの径間の相互の力学的な結合条件を、式(2)の形に注目して整理していくと、径間 ($i-1$) と径間 (i) のそれぞれの固有マトリクスの間に式(3)のような漸化式が得られる。これを本法では移行公式 (shift formula) と呼ぶ。

$$N_i = S_i N_{i-1} + F_i K_{i-1} \dots\dots\dots(3)$$

ここに、 S_i = 移行演算子 (4×4), F_i = 補給演算子 (4×4), K_{i-1} = 径間 ($i-1$) の荷重項 (4×1) である。各径間の結合点において式(3)に示されるような移行公式を用いていくことにより、基準に選んだ径間の固有マトリクス (これを流通マトリクスと呼ぶ) を考えている系全体に流通させることができる。このようにして、与えられた系全体の物理量が流通マトリクスで表示される。

つぎに、連続ばり (n 径間) の両端の境界条件は

$$\left. \begin{aligned} BN_1 &= 0 \\ B'[N + K]_n &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(4)$$

の形で与えられる。ここに B および B' はそれぞれ連続ばりの左端および右端の境界マトリクスで、その次数は (2行×4列) である。

ここでたとえば、 n 径間の連続ばりで、すべての移行条件が式(3)において $S_i = F_i$ となしうような系 (たとえばね支承上の連続ばりなど) を考え、左端の第1径間の固有マトリクス N_1 を基準にとって系全体に流通させたとき、その解はつぎのようになる。

$$N_1 = - \left[\begin{array}{c} B \\ B' S_n S_{n-1} \dots S_2 \end{array} \right]^{-1} \left[\begin{array}{c} 0 \\ B' [S_n S_{n-1} \dots S_2 K_1 + \dots + S_n S_{n-1} K_{n-2} + S_n K_{n-1} + K_n] \end{array} \right] \dots\dots\dots(5)$$

流通マトリクスの値が決定すれば、移行公式を再び使用して、系全体の解をつぎの形に得ることができる。

$$\{N_1 \ N_2 \ \dots \ N_n\} = [G]_n \{K_1 \ K_2 \ \dots \ K_n\} \dots\dots(6)$$

ここに、 N_i , K_i は径間 (i) の固有マトリクスおよび荷重マトリクスである。後者には与えられた荷重条件に応じた数値が代入される。また $[G]_n$ は $4n$ 次の正方マトリクスで、これは与えられた系の材質と幾何図形的な諸量のみによって定められるものである。よってこれを図形マトリクス (geometry matrix) と名付ける。図形マトリクスが得られると、式(6)および式(2)によって任意の荷重条件に対する物理量をただちに求めることができる。また、各種の影響線についてもこれを数式化することができる。

実際の応用については本文で例題を示して具体的に説明している。

(1968.8.12・受付)

[吉沢：正会員 信州大学助手 工学部]
[谷本：正会員 工博・理博 信州大学教授 工学部]

トンネルの鋼アーチ支保工の解析

長 尚・長友成樹・村上良丸

トンネルに用いられる鋼アーチ支保工の解析法ないしは設計法はまだ確立されていない。その主因は、地山のゆるみによって発生する荷重（主働荷重）の推定が困難であること、支保工をどのような構造系として考えるべきか不明確であること、および支保工の変位を地山が拘束することによって生れる荷重（受働荷重）の判定が困難であることなどである。本文にはこれらの問題点のうち、鋼アーチ支保工の力学的構造の問題と、受働荷重の発生の問題とについて、実物大モデルの載荷試験をもとに理論的解析を行なった結果を述べた。

実験装置は高速道路トンネル用の実物鋼アーチ支保工材の2次元破壊試験ができるように開発されたものである。その主要部分は内径13mの鉄筋コンクリート製の反力わくと、18台の載荷用ジャッキ（能力50t）およびこれをコントロールする制御装置ならびに油圧ポンプから成っている。

理論解析はつぎのように行なった。鋼アーチ支保工の支点は弾性的に拘束された、すなわち支点には水平、垂直および回転の変位がある、頂部の突き合わせ点がヒンジの構造とした。また受働荷重は支保工が山側に変位した量に比例して発生するものとした。

種々な実験値と理論計算値とは比較的よく一致し、得られた主な結論はつぎのようである。

(1) 本理論は鋼アーチ支保工の解析に適用できる。

(2) Proctor & White は支保工にほとんど曲げモーメントが発生しないように受働荷重が発生するとしているが、そのような都合のよい荷重は実験結果および理論計算結果からは得られず、かなりの曲げモーメントが残ることが認められた。

(3) 実用計算上の荷重分布形として、Proctor & White の荷重を用いるのは無理であるが、あまり極端に偏った荷重を考える必要もない。

(4) 荷重（主働+受働）が決まれば、鋼アーチ支保工の実用計算では、支点および頂点の突き合わせ点がヒンジの3ヒンジ構造と考えてよい。

(1968.10.7・受付)

長	: 正会員	工博	信州大学助教授	工学部
長友	: 正会員	工修	日本道路公団恵那山トンネル工事事務所	
村上	: 正会員		建設省土木研究所トンネル研究室長	

ブロック積消波堤の消波効果について

加藤重一・上北征男

ブロック積消波堤の消波効果については、従来から多くの人々によって理論的または実験的に研究が行なわれている。これらは養浜効果を期待することにもよるが、多くは消波効果に重点をおいている。本実験では、ブロック積消波堤を漁場の外かく施設として用いた場合の耐波浪防災施設と考え、とくにつぎの2点を実験的（2次元的に）明らかにしようとするものである。すなわち、実用上、考え得る2、3の標準断面につき、入射機構を考慮に入れ、

① おのおの場合の消波効果（機能）を一般グラフ化した。

② おのおの場合における入射時の破碎波攪乱域の表示を試みた。

(1968.9.21・受付)

加藤	: 正会員	農博	農林省農業土木試験場
上北	: 正会員		農林省農業土木試験場

OD 交通量予測モデルの適合度について —通勤・通学交通量による検討—

河上省吾

本文は交通量予測方法のうちのOD交通量の予測モデルについて検討したものである。OD交通量予測モデルには、現在パターン法、重力モデル法、エントロピー法、トリップポテンシャルモデル、連立方程式法などがある。ここでは通勤・通学交通量の実績値を用いて、これら各モデルの適合度を検討し、将来交通量の予測に使用する場合の注意事項などを明らかにした。適合度の指標としては、推定値と実績値の比の分布（平均値および標準偏差）と、 χ^2 検定式の2つを用いた。資料としては、京都市、名古屋市、大阪市の昭和35年度と40年の区間通勤、通学者数を用いた。

優れた予測モデルの条件は、所与のOD交通量を発生、集中量よって的確に説明し、将来発生する変化に適應する能力が大きいことである。ここでは、実績値を用いて昭和35年から40年を推定し、各モデルがこれらの条件をどの程度満たしているかを比較検討してみた。その結果つぎのことがわかった。

昭和35年から40年を予測するのは比較的短期間の予測で、その間の交通量の変動も小さいために、モデルの適合度は現在パターン法が最もよく連立方程式法がこ

れに続き、エントロピー法、重力モデル法(トリップポテンシャルモデル)の順に悪くなる。前二者にくらべるとその他の適合度は相当悪い。エントロピー法と重力モデル法の適合度はほぼ等しい。トリップポテンシャルモデルの適合度は、ゾーン数が少ない場合は連立方程式法のつぎによいがゾーン数が多くなると極端に悪くなる。

現在パターン法では、平均成長率法、デトロイト法、フレーター法の3法を用いたが、これらの間の差はほとんどなかった。

重力モデル法とエントロピー法では、基本となるモデル式の型によって適合度が相当異なり、ここで検討した範囲では、それぞれ $x_{ij} = k\sqrt{X_i Y_j} r_{ij}^{-r}$, $u_i p_{ij} = \alpha\sqrt{u_i v_j} r_{ij}^{-r}$ (ここに、 x_{ij} : OD交通量, X_i : 発生量, Y_j : 集中量, r_{ij} : i, j 間の平均所要時間, p_{ij} : 遷移確率, $u_i = X_i / \sum X_i$, $v_j = Y_j / \sum Y_j$, k, α, r : 定数である)の適合度が最もよかった。

また、重力モデル法およびエントロピー法の係数を求めるための従来の最小自乗法は最適値を与えないことがわかったので、最小自乗法で得た係数の近傍で、繰り返し計算により最適値を求めるべきである。

本研究で得られたことを総合するとつぎのことがいえる。現在パターン法、パターン変化が小さい場合にきわめてよい予測値を与えるが、変化が大きい場合には精度が悪くなる。その他の方法は、交通パターンの変化にある程度適応できるが、重力モデル法、エントロピー法、連立方程式法のうちで、いずれが最もよいかは断言できない。したがって、交通量の予測に際しては、各方法の問題点を十分考慮した上で、実績値を用いて適合度を検討し、その地域および交通目的に最も適した方法を採用するのが得策と考えられる。(1968.3.25・受付)

[筆者: 正会員 名古屋大学助教授 工学部]

コンクリート柱に水平に埋込んだ 異形鉄筋の附着強度

関 博・赤塚雄三

コンクリート中に埋込まれた鉄筋とコンクリートとの附着強度は、埋込みの方向や位置によって相違することが知られている。しかし、既往の実験研究では用いられたコンクリートの強度、スランプ等のコンクリートの性状は、土木工事において一般に使用されているコンクリートの性状とはかなり異なり、また、供試体の形状や寸法などもかなり限定された条件の下で実施された例が多い。

本研究では、コンクリートの打上り高さを30~180cmに変化させた柱状の供試体を用い、これに異形鉄筋を水平に埋込み、コンクリートの材料、配合、鉄筋の種類などを比較因子とする一連の実験を行なって、上記コンクリート柱における強度変化の現象を把握することを試みた。

すなわち、シリーズIにおいては、スランプ8.5cm, $\sigma_{28} = 280 \text{ kg/cm}^2$ のコンクリートを用い、供試体は15×15×30cmの柱状とした。鉄筋は、図-1に示した表面形状と断面形状の相違する15種の異形鉄筋を選び、上記供試体の上、下両層に水平に埋込んで附着強度を比較した。これによると、上層に埋込んだ異形鉄筋の附着強度は、表面形状や断面形

図-1 実験に用いた各種異形鉄筋

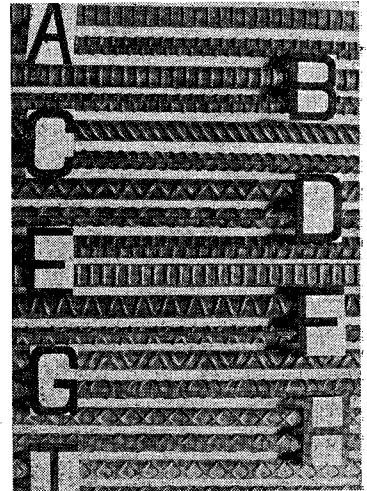
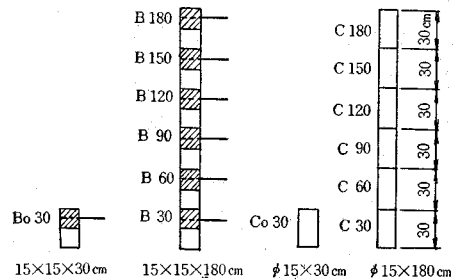


図-2 強度試験用供試体の形状と寸法(シリーズII)



(a) 附着強度 試験用供試体 (b) 圧縮強度 試験用供試体

図-3 コンクリート柱(φ15×180cm)の各層における圧縮強度の変化

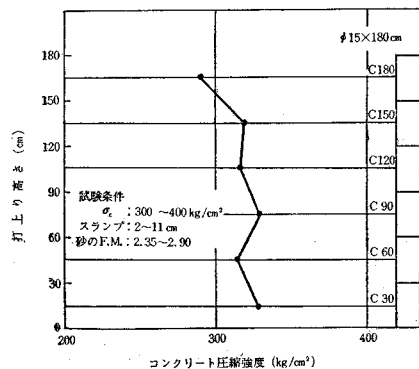
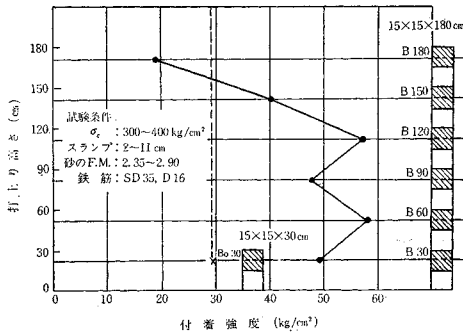


図-4 コンクリートの打上り高さの相違による
付着強度の変化



状にほぼかわりなく、下層に埋込んだものと比較して約30%程度低下することが認められた。

ついでこのような付着強度の低下は主としてブリージングの影響によるものと考え、シリーズⅡにおいてはブリージングに影響する主要な要因としてセメントの品質、細骨材の粒度、コンクリートの配合と打上り高さおよび、鉄筋の形状の5因子を選んだその影響を試験した。供試体の形状および鉄筋の埋込み位置は図-2に示したとおりである。また、同時にφ15×180cmの柱状供試体を製作し、鉄筋の形状を除く、上記の諸因子が圧縮強度とブリージングにおよぼす影響を調べた。

打上り高さ180cmのコンクリート柱の各層の圧縮強度は図-3に示したとおりである。これによると、上部30cmを除く各層の圧縮強度はほぼ一定とみなすことができ、φ15×30cmの標準供試体による圧縮強度とほぼ一致した。コンクリート柱表層0~30cmの強度は標準供試体強度の90%程度であった。

図-4は、コンクリート柱各層に水平に埋込んだ鉄筋の付着強度の変化を示したもので、表層0~60cmを除く部分ではほぼ一定であるが、上面より30~60cmの区間で多少低下し最上層0~30cmの区間では下層のほぼ1/3に低下した。以上より、コンクリート打上り高さの増加に伴う強度の減少は主としてブリージングによるもので、その影響を受ける範囲はコンクリートの打上り面より0~60cm程度の表層に限定されるものようである。

(1968.9.13・受付)

〔関：正会員 運輸省港湾技術研究所
赤塚：正会員 工博 運輸省小名浜港工事事務所長〕

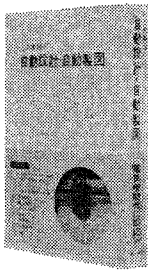
【研究ノート】

はりの高精度差分式について

佐武正雄

土木構造物の 自動設計 自動製図

A5・p.442・¥2000・〒90



●著者

東京大学教授・工博 丸安隆和
 東京大学助教授 中村英夫
 東京大学助手 村井俊治
 株式会社大林組 河野彰
 八千代エンジニアリング㈱ 小川亜夫

●本書の特長

- ① 主として内容は実務に中心をおいた。
- ② プログラムを豊富に集録して実務にそのまま使える。
- ③ 最もひんぱんに遭遇する設計にしばって解説した。
- ④ 大学・会社等で実際に研究・実務にたずさわっている者の執筆で、理論と実務の関係や難解箇所の詳述等に気を配っている。
- ⑤ 例題、注釈等を随所に挿入して理解の一助とした。
- ⑥ コンピュータを知らない人には入門書として適する。

【主要目次】 1.土木設計と電子計算機/2.電子計算機の歴史/3.プログラミング/4.一般的な数学的手法/5.設計の標準化/6.構造解析/7.基礎的設計/8.路線の設計/9.自動製図/10.工程管理/付録



オーム社

本社＝101 東京都千代田区神田錦町3の1＝振替東京20018＝電話(291)0912(代表)
 分室＝112 東京都文京区後楽1丁目5番3＝(雑誌部)＝電話(813)4426(代表)
 支店＝604 京都市中京区河原町通四上ル＝振替京都31080＝電話(221)0280(代表)
 支店＝603 京都市北区北野上白梅町69＝(白梅町店)＝電話(461)0641(代表)
 支店＝530 大阪市北区堂島(毎日大阪会館)＝振替大阪10884＝電話(363)0641(代表)