

三ツ木幸子
大野 貴史 共著
山田健太郎

“過荷重を受けた応力集中のある部材の疲れ特性” への討議・回答

(土木学会論文集, 第368号/I-5 1986年4月掲載)

▶ 討議者 (Discussion)

三木 千寿 (東京工業大学)

By Chitoshi MIKI

本論文は疲労強度に対する過荷重について興味ある結果を示しています。しかし、基本的な部分について、次のような疑問をもちましたので討議とさせていただきます。

(1) 著者は過去に「構造的な応力集中部のある部材に過荷重を与えた場合の疲れ特性の変化を取り扱ったものは比較的少ない。」と述べています。しかし、累積被害の検討を目的として切欠き部材での過荷重の影響を調べた研究は非常に多く、そのなかには本論文と同様に過荷重により導入される圧縮残留応力の効果を検討したのもかなりあります¹¹⁾。それらによって、共通して指摘されている重要な事実、過荷重によって切欠き底に導入された残留応力はその後の繰返し応力によって消失してしまうことが多いということがあります。それは直接に測定する、あるいは間接的に過荷重を周期的に繰り返したときのその間隔が疲労寿命に及ぼす影響などとして確認されています。

著者は過荷重により導入された圧縮の残留応力はそのまま変化しないと考えていますが、何らかの方法でそのことを確認しておく必要があるのではないのでしょうか。討議者は切欠き部材で疲労寿命の改善効果が小さいことの第1の原因は圧縮残留応力のかかなりの部分が消失してしまったことによるのではないかと推測いたします。

(2) ガセット継手では過荷重による疲労寿命の改善効果が顕著に現われています。討議者は、これは過荷重により導入された圧縮残留応力の効果ではなく、ガセット継手の亀裂発生点近傍に存在していた溶接による高い引張り残留応力が、過荷重による降伏および塑性変形によって消失したことが主な原因と推測いたします¹²⁾。また、溶接残留応力の影響については、本論文中で全く議論されておりませんが、たとえばFig.5, 6および7のような応力分布を考えるうえで、溶接残留応力は重要な役割を果たすと思われる。

(3) 本論文のような疲れ特性を検討する場合、疲労

亀裂の発生と進展は分けて考える必要があると思います。機械加工された切欠き試験体と溶接のままで止端仕上げもない溶接継手では疲労亀裂の発生およびその後の進展挙動はかなり異なり、どの程度の寸法の亀裂を基準にするかにもよりますが、それぞれの占める割合も大幅に異なります。ここでは塑性変形に伴う圧縮残留応力の効果という非常にデリケートなことを議論するのでから疲労亀裂の発生に対しては切欠き底での局所的な応力性状(応力振幅と平均応力)を用い、素材の疲労試験結果を基準に、またその後の進展については亀裂閉開口から定義した有効応力拡大係数を用いて疲労部分を推定するのが適切な方法ではないでしょうか。

(4) (3)とも関連しますが、著者は引張応力成分のみが疲労亀裂の発生および進展に寄与するとし、また、平均応力の影響は無視しています。これは一般的に認められている疲労強度と平均応力との関係¹³⁾、たとえば鋼素材の片振引張での疲労限(応力範囲)は両振時の疲労限の70~80%となることなどから考えると、かなり大胆な仮定といえます。また、そのような仮定をおくことによりPoint Stressなる概念が出て来ます。もし、応力範囲 σ_r が鋼素材の疲労強度を支配し、平均応力の影響はさほど大きくないと考えるなら、(討議者はそのように考えている)Point Stressを用いた改善効果に関する議論は成立しなくなり、それから導かれる結論にも疑問が生じて来ます。

(5) 論文3.(3)b)で、極小応力点までの深さを亀裂深さと仮定し、その位置での応力(Point Stress)を用いて、亀裂進展の下限界を検討していることに疑問があります。Aタイプについては切欠き底表面での応力範囲を基準として疲労亀裂の発生下限界について照査すべきだと思います。またBタイプについて、 $a_0=0.7\text{ mm}$ としていますが、ここで対象としているような試験体で一気に深さ0.7 mmの亀裂が発生することは考えられません。また、実応力に換算されているとの理由で式(3)

から ΔK を求めています，式 (4) の F_0 を無視してもよい理由，あるいは実応力の意味がよく理解できないのでご教示下さい。ここで示されているような疲労亀裂が極小応力点で停止することが真実なら，試験体中の対応する位置にそのような亀裂が観察されるはずであり，そのような結果を示すべきだと考えます。このようなことは今までにも切欠き材の疲労における停留亀裂に関連して，しばしば議論されています。

(6) 細かい問題になってしまいますが，著者は3.(3)では ΔK_{th} を用いた議論を行い，4.の亀裂進展解析においては， ΔK_{th} を無視しています。討議者は，本論文の試験体および内容から，進展解析において ΔK_{th} は無視すべきではないと考えます。またもし，4.について ΔK_{th} を考えて解析した場合の，3の(3)の内容との相異についても興味があります。

▶回答者 (Closure)

本文を詳細に検討され，貴重な討議を頂き心からお礼を申し上げます。まず本論文では，鋼構造物が通常使用される許容応力度以下の応力レベルでの過荷重による疲労寿命の改善効果を定量的に把握する方法の開発を主目的としております。そのため既知の手法を組み合わせた簡便な疲労寿命の計算の可能性を検討し，その結果を報告しました。その点を念頭において討議事項に沿って回答します。

(1) 討議者の指摘のとおり，過荷重を受けた部材の疲労挙動の研究は多いが，鋼構造物で問題となる溶接継手に関しては，それほど多いとは思われない。溶接継手では，非仕上げの溶接止端形状のばらつきなどが存在し，パラメーターのコントロールに難しい面があることが研究として取り上げられにくい理由と思われる。したがって，モデル化した切欠き材の結果がどこまで溶接継手に適用できるかという点も興味深い。

本研究は，過荷重によって生じた残留応力は，その後の荷重の繰り返しによって引張または圧縮側で降伏しない限り，変化(消失)しないとの前提条件に立っている。簡単な弾塑性解析によって過荷重載荷後の応力分布を求め，それを寿命解析に用いることも考え合わせ，このように仮定した。実験では，過荷重によって生じた局所的な圧縮残留応力およびその繰り返し載荷後の残留応力の変化に対する測定は行っていない。また，切欠き材について改善効果が小さいのはこの残留応力の消失によるものではないか，との指摘に関しては，切欠き材についても改善効果が現われている試験結果もある。改善効果が現われていないものについては，十分な過荷重を載荷し

本論文については(1)に示した残留応力が消失しないこと，(4)で示した引張応力成分のみが疲労に寄与することが最も重要な前提と考えます。その他の項目については，この2点については一応肯定したとして討議しております。

参考文献

- 11) たとえば，Potter, J.M. : The Effect of Load Interaction and Sequence on the Fatigue Behavior of Notched Coupons, ASTM STP 519, pp.109~132, 1973.
- 12) 西村俊夫・田島三郎・奥川淳志・三木千寿：レ形溶接縦方向継手を有する鋼部材の疲れ強さ，土木学会論文報告集，第291号，pp.27~40，1979年11月。
- 13) たとえば，河本 実ほか：金属の疲れと設計，コロナ社，p.41，1977年3月20日。

(1986.10.20・受付)

三ツ木幸子・大野 貴史・山田健太郎 (名古屋大学)

By Yukiko MITSUGI, Takashi OHNO and Kentaro YAMADA

なかったことが原因と考えている。

(2) 溶接による高い引張残留応力は，亀裂の開口を助長する効果があるので，一般に疲労寿命を短くする傾向にある。ところが，ガセット継手のように応力集中部と溶接残留応力が重畳すると，作用応力によりその部分で局所的な降伏が生じる。そのため，本論文で疲労に寄与すると考えている最大有効応力範囲は，降伏応力を超えることはない (Fig.5 参照)。作用応力 (公称応力) に応力集中係数を乗じたものに，溶接残留応力の実測値を重ね合わせて弾塑性解析を行い，過荷重載荷時，およびその後の疲労試験における応力分布を求めると，Fig.12 のようになる。このケースでは最大応力集中部の亀裂発生点は常に降伏応力になる。また，それ以外の領域でも残留応力の有無による有効応力範囲の差はほとんどみられない。したがって，Fig.12 にみられるように，本解析に従って求めた有効応力範囲でみる限り，溶接残留応力を考慮してもほとんど差がない。

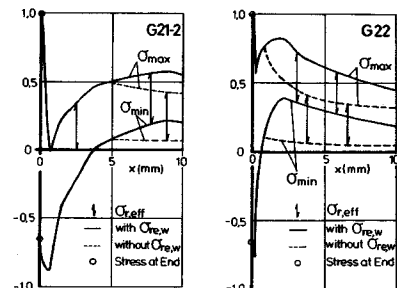


Fig. 12 Stress Distributions with and without Residual Stresses $\sigma_{re,w}$ due to Welding.

なお、ガセット継手では高い応力集中部と溶接引張残留応力をもつ。そのうち、応力集中だけでも亀裂発生点の最大応力は降伏応力に達する。したがって、討議者の指摘する引張残留応力が過荷重による塑性変形により消失したことだけでは、本実験で示された疲労寿命の改善効果は説明できないと思われる。

(3) 冒頭で示したように、本研究では、簡単な弾塑性解析から求めた応力分布と破壊力学による解析から過荷重による疲労寿命改善効果を推定することの可能性を検討した。討議者の指摘する方法は、より精密な計算法として現在各方面で研究されている。今回の問題にあてはめると、切欠き底の局部的な応力性状を求める場合の溶接止端形状の評価、後述するような素材の疲労試験結果の適用性の問題、有効応力拡大係数の求め方（実験的および解析的な推定法）など、問題を複雑にする面が多々ある。そのため、今回の解析では用いなかった。

(4) (3)とも関連するが、著者らは、溶接止端の応力集中部の疲労挙動を検討するうえで、鋼素材の疲労試験結果の対比から疲労寿命を類推する方法が、容易に適用できるとは考えていない。溶接止端の応力集中部では止端形状の不均一性、溶接による局部的な材質の変化、微小欠陥が存在する。表面が磨かれ、応力またはひずみが断面内で均一である鋼素材に対し、応力勾配や拘束条件も異なり、さらに、塑性変形によりそれらが変化する溶接部材にこの方法を適用するのは難しい。しかしながらより精密な試験を行って、これらのパラメーターを克明に求めてゆけば、疲労寿命の推定精度は向上すると思われる。

著者らは、ある点に作用する応力範囲がすべて引張側にある場合は、応力比の影響は小さいと仮定している。作用応力の一部が圧縮側に入る場合には応力比の影響が顕著になり、この応力範囲の全幅で考えるときには応力比の影響を考慮する必要があると考えている。本論文では、応力範囲の全幅のうち圧縮部分を無視して有効応力範囲を求めることで、間接的に応力比の影響を入れている。討議者の指摘するように、鋼素材のデータからみると過大な仮定（片振引張の疲労限は両振時の50%）となるが、このように処理をすると、近似的ではあるが、比較的簡単に応力比の影響を考慮できる。また、圧縮側の応力は疲労亀裂の発生進展に寄与しないという考えはわかりやすいと思われる。

(5) 本論文の実応力という表現は、Point Stressが公称応力（平均応力）ではなく、応力集中や残留応力を考慮して計算される応力分布から求めた局部的な応力という意味で用いている。論文では、最小どの程度の割合の過荷重を与えると改善効果が得られるかを概略的に把握することを念頭に置いた。 ΔK_{th} の検討にあたって、

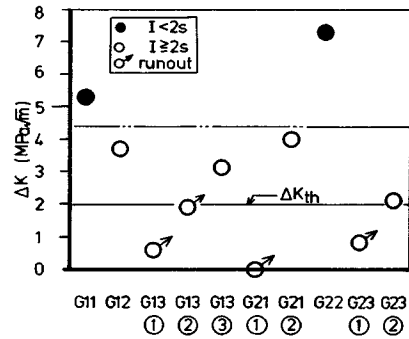


Fig. 13 ΔK Estimated by Using F_0 at Point Stress for Each Specimen of B, C Type.

式(3)に、Aタイプでは0.2mmの初期亀裂、B・Cタイプでは今回の実験から得られた亀裂の先端がPoint Stressの発生する位置の最大値0.7mmにあると仮定し、 σ_r にはPoint Stressから求めた改善効果が得る限界値を用いて ΔK を計算した。ここで、Aタイプでは初期亀裂を0.2mmと仮定しており F_0 の影響は小さく、式(3)が理解しやすい形であるため F_0 を考慮しなかった。本回答では、B・Cタイプについて、Point Stressから求めた限界値を使用せずに、それぞれの試験条件で、亀裂の先端がPoint Stressにある場合の ΔK を F_0 を考慮して求め、Fig. 13に示す。亀裂の発生しなかったデータから、実線で示すように ΔK_{th} は2MPa \sqrt{m} 程度となる。また、 $I \geq 2s$ のデータから、改善が得られる限界は2点鎖線で示すように ΔK が4~5MPa \sqrt{m} のところにある。

以上の検討では、破壊力学との関連から、Point Stressの生じる位置までの微小亀裂（Aタイプで0.2mm、B・Cタイプで0.1~0.7mm）を仮定して ΔK を計算した。これは溶接止端や切欠き縁の微小クラックの存在を積極的に評価したものである。 ΔK_{th} との比較で、仮にこのような微小クラックから疲労亀裂が発生してもそれが停留するであろうことを推定した。切欠きの縁および非仕上げのガセット溶接止端では観察しにくい面もあり、それに対応する停留亀裂は観察しておらず、実験事実としては証明されていない。

(6) 本論文では、著者らがしばしば用いてきた式(5)を解析に用いた。解析にあたって、この式が $\Delta K > 2.5 \text{ MPa}\sqrt{m}$ で成り立つと仮定してS-N線図を求めた。これは、指摘のとおり、Point Stressの考察に用いた母材の ΔK_{th} と異なるが、S-N線図を延長して求めるためにこの値を使用した。

なお、本論文のTable 2のG21の応力範囲137MPaを127MPaに訂正させていただきます。

(1987.2.4・受付)

内容紹介 I

No.374/I-6

1986.10

曲げを受ける曲線 I 桁の混合型有限要素法による幾何学的非線形解析 (英文)

末武義崇・平嶋政治・依田照彦

[土木学会論文集 第 374 号 / I-6 pp. 39~46 1986.10]

本論文は、曲げを受ける I 形曲線桁の強度に及ぼすフランジの影響を調べることを目的としている。解析手法として混合型有限要素法を用いているが、フランジとウェブの接合辺に沿う要素マトリックスの重ね合わせに、Lagrange の乗数法を適用した点に特徴がある。Newton-Raphson 法と増分法とを組み合わせた非線形計算の結果から、I 形曲線桁の強度の算定にあたっては、フランジとウェブの相互作用が無視し得ないことがわかった。

クラック不安定発生の力学：残留ひずみの影響 (英文)

堀井秀之・長谷川彰夫・西野文雄

[土木学会論文集 第 374 号 / I-6 pp. 47~55 1986.10]

本論文は、先端に塑性域を有するクラックの不安定成長モデルを提案し、解析結果を用いてクラック進展現象の説明を試みたものである。クラック先端の塑性域における残留ひずみの影響により、進展後のクラック先端応力拡大係数が低減され、結果として、クラックが成長を開始するためにはエネルギーの供給が必要であることが示されている。得られた結果に基づき、クラック不安定発生、脆性破壊から延性破壊への遷移等の現象が論じられている。

結合した有限要素法による薄肉構造物の非線形解析 (英文)

山尾敏孝・崎元達郎

[土木学会論文集 第 374 号 / I-6 pp. 57~66 1986.10]

本研究は、局部座屈を考慮した構造物の耐荷力挙動を解析する一手法として、板要素及びはり要素それぞれの有限変位弾塑性解析法を誘導し、多点拘束処理の手法を用いて結合する方法を提示した。薄肉立体構造にこの手法を適用して、板要素の分割方法、両要素の結合位置、結合部分の変形の連続性、弾塑性剛性の評価等について数値計算例により検討し、本解析法の有効性を示した。

軸力と曲げを受ける合成柱の極限強度に関する実験的研究 (英文)

中井 博・吉川 紀・寺田博昌

[土木学会論文集 第 374 号 / I-6 pp. 67~77 1986.10]

本論文はコンクリートを充填した角形断面鋼管について、圧縮および曲げ試験を行い、その極限強度に関して検討を加えたものである。圧縮試験では、スタッドおよび縦方向補剛材の合成作用に与える効果を明らかにし、理論解析結果と比較検討した。曲げ試験では、コンクリート非充填および自然付着の試験体とスタッドおよび端ダイアフラムを有する試験体の結果を比較し、曲げ作用下でのそれらの合成挙動に対する効果を明確にした。また、鋼板の局部座屈強度を向上させることも示した。

面内モーメントを受ける長方形板の非線形応答 (英文)

高橋和雄・小西保則・池田虎彦・川野隆太

[土木学会論文集 第 374 号 / I-6 pp. 79~87 1986.10]

面内変動的曲げモーメントが長方形板に作用すると、係数励振によって面外発散振動が生ずる。本研究は、微小変形理論を用いて得られた安定を失った後の面外振動の振幅決定法を、板の有限変形に関する Karman の式を用いて提案したものである。

これに基づいて、面外振動の振幅に及ぼす境界条件、静的曲げモーメント、減衰力および負荷条件の影響を評価したものである。

トラスドームの分岐モードの群論的分類 (英文)

池田清宏・鳥居邦夫・松下省吾

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.89-98 1986.10]

本研究はドーム構造物の分岐座屈モードを有限群論により記述する一手法を提案するものである。多角形状のドームの分岐座屈現象が二面体群の部分群構造に相似であることに着目し、これらのドームの全分岐モードを求めた。さらに、分岐モードの分類を行い、各モードがもつ幾何学的特性とモード間の階層構造を明らかにした。数値実験として、多角形状のトラスドームの分岐座屈解析を行い、本方法の妥当性を確認した。

空洞による弾性波動の散乱逆問題の解析 (英文)

丹羽義次・廣瀬壮一

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.99-107 1986.10]

本論文は弾性波動の散乱逆問題—空洞による散乱波動から空洞の形状を決定する問題—を数値実験的に解析したものである。Born 近似を用いて、空洞の特性関数のフーリエ変換と遠方における散乱波の表現を結びつけ、空洞の形状を決定した (Born inversion)。さらに、Born inversion の精度を上げるために修正 Born inversion 法を提案した。数値解析例においては、境界積分方程式法によって計算された散乱波をデータとしていくつかのパラメーター解析が行われた。

高張力鋼を用いたトラス弦材ダイアフラム部の疲労強度 (英文)

竹名興英・下川浩資・伊藤文夫・三木千寿

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.109-118 1986.10]

板厚が 45 mm および 75 mm の 800 MPa 級鋼を用いたリブ十字継手部、800 MPa 級鋼を用いたダイアフラム付箱断面部材および 500 MPa 級、600 MPa 級鋼を用い、両側あるいは片側からすみ肉溶接されたダイアフラムを有する H 型断面部材の疲労試験を行った。ダイアフラムのスカラップの有無影響、溶接止端形状の影響、片側溶接されたすみ肉溶接部の疲労性状等が検討された。

橋軸方向周期加速度外力を受ける鋼アーチ橋の強度特性 (英文)

倉西 茂・中島章典

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.119-127 1986.10]

本論文では、動的荷重に対するアーチ橋の合理的な設計法の確立を目的として、幾何学的非線形および材料の弾塑性を考慮した解析法により、まず 2 ヒンジアーチの崩壊性状を調べ、基本的な面内強度特性を明らかにしている。さらに、実際の 2 ヒンジ上路式補剛アーチ橋の面内動的強度特性をアーチリブと補剛桁の剛比、補剛桁の支持条件、アーチクラウン部の詳細に着目して検討している。

シミュレーションに基づく斜めハンガーの疲労に対する安全性評価 (英文)

松川昭夫・亀井正博・山本正雄

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.129-139 1986.10]

北港連絡橋の斜めハンガーに着目して、活荷重に対する疲労の安全性を評価した。ハンガーに作用する活荷重の変動応力特性は電算機を利用したシミュレーション解析によって検討を加え、また、ハンガーケーブルの S-N 曲線は、素線の疲労試験結果に極値統計論を適用することによって求めた。これらの結果からマイナーの累積被害則により損傷度を計算したところ、供用期間を 100 年間としても十分安全であることがわかった。

幾何学的非線形離散化系の極限要素分割における収束性について (英文)

阿井正博・西野文雄

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.141~150 1986.10]

要素の全自由度を変形と剛体位置のパラメーターに分離する有限変位弾性問題の離散化系における基礎式の整合性と解の収束性について考察している。解の収束のための本文でいう変形力-変形間の力学補間に対する条件式と、微小ひずみの下での極限分割でも線形化されるのは変形力-変形関係(構成関係)であり、それに剛体的つり合いを考慮した力学式は要素局所座標の上であっても必ずしも線形化されないことを示している。

圧縮の繰り返し応力を受ける付加物すみ肉溶接継手の疲労性状 (英文)

名取 暢・深沢 誠・寺田博昌

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.151~159 1986.10]

試験の結果、亀裂はすみ肉溶接が溶接のままの場合には止端部から、また、止端仕上げを行った場合にはルート部から発生し、両者とも亀裂発生限界応力範囲は100 MPaとかわりなかった。しかしながら、ルート部から発生する亀裂に対しては、付加物の作用応力方向の長さを短くするか、すみ肉溶接サイズを大きくすることにより、亀裂発生限界応力は大きくなった。また、いずれの亀裂も主材板厚貫通寸まで進展したが、ピード長さ方向について見てみると、初期残留応力が圧縮である領域で、進展が停留する傾向を示した。

コヒーレンスの性質および算定方法に関する一考察 (英文)

川上英二・佐藤靖彦・久保慶三郎

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.161~171 1986.10]

巨大な土木構造物の地震時または暴風時の応答を解析するためには、入力外力の構造物に沿った場所による相違を考慮する必要があり、従来、地震動、風速変動または波浪の空間相関性がコヒーレンスを用いて解析されている。本論文では、アンサンブル平均の代わりに周波数領域で平滑化を行う、従来の算定方法により求められるコヒーレンスの算定値の性質を検討し、従来の算定方法に改良を加えている。

溶接されたはり柱結合部におけるエネルギー吸収 (英文)

A. K. AGGARWAL・R. C. COATES

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.173~183 1986.10]

モーメントに抵抗する溶接されたはり柱結合部のエネルギー吸収特性を調べるため、ゆっくり増加させた静的荷重ならびに繰り返し荷重のもとでの実験を行った。

はりと柱の回転角の測定には光学の変位計を用いた。4個の試験体では結合部を通じ、はりの全塑性モーメントが伝達された。柱に斜め方向のせん断補剛材を用いると回転能が著しく減じ、したがってエネルギー吸収が小さくなる。すべての供試体に共通して、柱のウェブのせん断崩壊と柱面における溶接部の崩壊がみられた。

円柱座標ならびに球座標における三次元弾性問題の解の一表現 (英文)

奥村 勇・尾中孝美

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.185~194 1986.10]

円柱座標および球座標における三次元弾性問題に関する解の一表現が述べられている。解は、変位ポテンシャルを媒介して、熱および物体力の効果を考慮できる様に一般化されて表わされている。変位のベクトルポテンシャルは、調和関数より構成されたあるベクトル場で置き換えられ、変位ポテンシャルの決定が極めて容易になる一つの簡易化がなされている。厚肉円筒および厚肉球殻の変位成分が、その解に基づいて具体的に表わされている。

局部座屈を考慮した鋼柱の挙動に関する簡易解析と最適設計 (英文)

長谷川彰夫・安保秀範・Mohamed MAUROOF・西野文雄

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.195~204 1986.10]

本論文は、局部座屈を考慮した鋼柱の挙動に関する簡易解析を試み、その結果をもとに、鋼柱の設計における最適性について論じたものである。簡易解析では、有効幅理論を組み入れたうえで、弾性ははり柱の解を利用している。解析結果は、過去の実験値と良好な一致を示している。最適性に関しては、単に強度のみでなく、エネルギー吸収能の立場からも検討し、局部座屈を許容することが、必ずしも効率的な設計とならないことを明らかにしている。

鋼桁に発生した亀裂の溶接補修と疲れ挙動 (英文)

山田健太郎・酒井吉永・近藤明雅・菊池洋一

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.205~214 1986.10]

付加物の溶接止端には、高い応力集中が存在するため、疲れ亀裂を生じることがある。このような亀裂の溶接補修の効果を調べるために、曲げ試験体2体に疲れ亀裂を発生させ、各種付加物の非仕上げの状態の疲れ強さを調べるとともに、突合せ溶接補修後の疲れ挙動を調べた。比較的悪い溶接条件を与えたため、補修溶接部には多くの欠陥が生じた。補修後に付加物端を仕上げたため、補修後の疲れ寿命は非仕上げのものと同程度かそれ以上となった。

吊橋の非線形連成振動解析 (英文)

山口宏樹・荒川一成

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.215~225 1986.10]

吊橋の三次元連成振動に関する一解析法を示している。解析は有限要素法に基づくが、吊橋要素を導入して自由度の減少をはかり、ケーブルおよびハンガーの有限変位を厳密に考えて非線形連成についても評価できるようにした。本解析法の精度および有用性を既往の数値解析、模型実験結果と比較して示すとともに、非線形解析の必要性、ならびに吊橋の耐風性を考えるうえで重要なねじれ対称一次振動における非線形連成特性についても言及している。

高力ボルト摩擦接合継手の形状効果に関する解析的研究 (英文)

長嶋文雄

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.227~237 1986.10]

より合理的な摩擦接合継手の設計法の確立および総合的な耐荷性能の評価を目的として、継手片の種々の形状がすべり発生以前の内部応力分布性状やすべり挙動に及ぼす影響を、数学モデルを用いて解析的に明らかにした。さらに、片振り荷重下の疲れ強さ(実験値)と端ボルトの微小すべり発生限界荷重(解析値)を比較したところ両者にはほぼ線形の関係が見られたことから、微小すべり荷重による相対的な疲れ強さの予測を試みた。

二層粘弾性地盤内の LOVE 波と等価な減衰振動の簡易解析手法 (英文)

大町達夫・森地重暉・年縄 巧

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.239~247 1986.10]

地盤中のラブ波は地盤のせん断振動と本質的に等価である。このことを利用して、二層粘弾性地盤を伝播するラブ波の解析を簡略化するための定式を行った。この結果、モード間の連成が消滅しモード形状が無減衰弾性地盤のもので代用できる条件が明らかになり、波動解析が構造物の振動解析で常用されている手法で可能となった。また、各モードの寄与度が直読できる指標を新たに提案し、室内実験上の留意点にも触れた。

山岳トンネルおよび周辺岩盤の地震時挙動（英文）

山口靖紀・辻田 満・脇田和試

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.249~259 1986.10]

新宇佐美トンネルにおける地震観測記録より空洞および周辺岩盤の地震時挙動について以下の事項が明らかとなった。

- ① 地震動の主軸は必ずしも震源方向と良い対応を示さない、② 周辺岩盤では地震動はほぼ鉛直方向に上昇する、③ 周辺岩盤における伝達関数のピーク位置の振動数は地震動によらずほぼ一定であり、周辺岩盤の水平面内では地震動の顕著な増幅は認められない、空洞の横断方向では一次のせん断変形が卓越している。

弾性地盤上での構造物の動的浮き上りについて（英文）

Benito PACHECO・藤野陽三・伊藤 学

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.261~270 1986.10]

弾性地盤上に設置された円形フーチング基礎を有する塔状構造物の動特性を基礎の浮き上りを考慮して調べている。変位をパラメーターとする浮き上り条件を設定し、有効半径の概念を導入して応答解析を実施した。浮き上りは地震動のパルス的なものによって生じること、構造物内の応力は下がるか変位、地盤内応力が増加することなどを明らかにしている。本解析法は簡易的なものであり、浮き上りの効果を設計にとり入れるための予備解析には適しているものと思われる。

不整形な地層中に埋設された管路の地震応答解析（英文）

秋吉 卓・淵田邦彦・松元和久

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.271~278 1986.10]

二次元弾性体地層モデルに不規則なSH波が入射したときの応答を境界要素法より求め、これらを従来のすべりを考慮した管路の解析手法に用いて、不整形な境界をもつ地層中に埋設された管路の地震応答を解析した。El Centro地震（1940）を入射波として、地盤ひずみ、管ひずみ、継手伸縮量の応答に関する数値計算の結果、不整形な地盤中の管路の地震応答特性を明らかにした。また既往の耐震設計指針とも比較検討している。

弾性地盤上貯液タンクの振動性状（英文）

秋山成興・山口宏樹・塩治幸男

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.279~288 1986.10]

弾性地盤上に置かれた貯液タンクの振動性状について、数値解析および模型実験によりその特性を解明した。流体-タンク-地盤という複雑な連成振動系の解析にはFEM-BEM結合解析法を適用し、まずスロッシング等の固有振動解析を行って解法の精度を検証した。さらにフレキシブルタンク模型、弾性地盤模型を用いた振動台加振実験を行い、同時に模型に対する振動解析を行って、ロッキングに代表される連成振動の特性、特に地盤の影響について明らかにしている。

再生点過程モデルを用いた道路橋の疲労解析（英文）

藤野陽三・B.K. BHARTIA・伊藤 学

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.289~299 1986.10]

重量トラックに注目し、交通流を等強度再生点過程モデルで置換え、1レーン道路橋における疲労損傷の近似評価式を導いた。構造モデルとしては単純ばりを考え、静的曲げモーメント（応力）に着目している。多車同時載荷の影響は、交通流密度と影響線長の積の関数として表わしうることとして車間分布として広く用いられる自由度3のアーラン分布を考えると、多車同時載荷の影響は一般に小さく個々の車両による疲労損傷の和として差支えないことが明らかにされた。

合成鋼床版の実験的研究 (英文報告)

寺田 博昌・前野 裕文・中村 幸・小山 清一

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.301~308 1986.10]

アスファルト系舗装材の代わりに薄層の鋼繊維補強コンクリート (SFRC) を打設し、スタッドを介して鋼床版と一体化した SFRC 合成鋼床版構造は、舗装としての耐久性にすぐれるとともに、鋼床版の面外剛性の向上、局部応力の緩和に有効である。本論文は、この構造について、実橋を想定した試験橋での試験結果および曲率 35 m、最大縦断勾配 10% の 2 径間連続曲線箱桁橋での載荷試験結果を述べる。試験の結果、鋼床版各部材は SFRC と一体挙動を示し、所定の合成作用が得られることが確認された。

選点法による回転殻の応力波伝播問題の解析

三上 隆・芳村 仁

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.319~328 1986.10]

回転殻の応力波伝播問題の一解析手法として、空間領域には選点法、時間領域には陽解法 (中心差分法) または陰解法 (Houbolt 法) を適用して構成した 2 つの解析アルゴリズムを提案した。各アルゴリズムは、選点法の採用に起因する大次元非対称行列の演算を避けえるように配慮されたものである。また、選点法と陽解法の組合せに対しては、時間間隔に関する安定限界と選点法に基づいて定式化された固有振動問題の関連性を明確にした。さらに、若干の解析結果と考察を通して手法の有用性を検討した。

2 主並列桁橋 (側道橋) の補剛設計法に関する基礎的研究

西田 進・福本 晴士

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.329~337 1986.10]

本研究では、まず、H 形鋼を用いた 2 主並列桁橋の実橋資料調査を行うとともに、2 主並列桁橋モデルの実験座屈モードの考察から 2 主並列桁橋の全体座屈強度の簡易推定式を誘導し、これを用いて横桁の必要剛度の概算値も求める。次に、2 主並列桁橋モデルの耐荷力実験を行って、実験結果から横桁の補剛効果を確認する。最後に、2 主並列桁橋の補剛設計法について一提案を行う。

直線、曲線および斜角の合成 I 桁橋の立体解析

尾下 里治・金子 俊一

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.339~348 1986.10]

本文は、直線、曲線および斜角の合成 I 桁橋の活荷重に対する立体的挙動を解析し、RC 床版が主桁間で連続している影響、主桁フランジの付加応力度、活荷重による横構部材力、下横構の荷重分配効果等を考察したものである。本解法は、床版、主桁、横桁、横構をそれぞれ板要素、薄肉はり要素、棒要素に置き換えて解くものであるが、特に床版と鋼部材との偏心結合の影響は、オフセットビーム要素により考慮し未知数を低減している。

亀裂をもつ板の曲げ問題の解析に適した特異関数

堀 晃芳・段 樹金・中川 建治

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.349~357 1986.10]

直線状の亀裂をもつ板の曲げ問題の数値解析法の 1 つを示す。重調和関数でありながら y 軸上の区間 $(-a, a)$ でのみたわみ角が不連続で滑らかな開口を生じさせる関数 (特異曲面 I) と、同様の重調和関数であって同じ区間でたわみが不連続になる関数 (特異曲面 II) を導く。

これらの 2 種類の開口関数で実際に亀裂をもつ板の開口部を覆い最少自乗法的に亀裂部分の断面力を 0 にする。この解法では亀裂先端の応力集中は有限となる。

弾性節点・弾性支点を有する骨組構造物の動的解析法

久保雅邦・小堀為雄

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.359~368 1986.10]

弾性節点・弾性支点を有する任意形骨組構造物の固有振動数および振動モードを解析する方法を提案した。本解法は、はり部材の曲げ振動、縦振動およびねじれ振動を考慮し、それぞれの固有関数を表わす積分定数を未知数に置いて連立方程式を組み立てるもので、解析手法が簡明であり、さらに任意のばね定数の値に対して数値計算上の問題を生ずることなく汎用的な解析ができる利点がある。本論文では、解析理論を示すとともに、高架道路橋のモデルについて計算例を示した。

鉄道線路に発生する高周波振動の発生原因およびその解析

小野一良・山田幹雄

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.369~378 1986.10]

列車通過時に鉄道線路に発生する振動の中で、3000 Hz 前後の振動は人間の聴覚に最も感度が高いため、騒音発生の主たる原因とされている。このような振動の発生原因を明らかにするためにレール面の凹凸を1 μ mの精度で測定し、さらに車輪踏面をレール頭頂面に押し付けたときに生じる接触部の弾性変形量をレールの長さ方向に1cmごとの間隔をもって測定し、列車荷重によって発生する変形のばらつきを求めた。これらの測定結果より、軌道に発生する振動振幅を理論的に計算したところ実際の鉄道線路に生じる振動の大きさにはほぼ一致することが確かめられた。

多径間曲線平板構造の一解法

岡村宏一・石川一美

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.379~388 1986.10]

本論文では、2つの相対する円弧の自由辺と、任意の材端変位と材端力を与え得る他の半径方向の2辺を持った、大形かつ高精度の扇形平板要素を提案している。さらに加えて、これらの要素を接続するために、リラクゼーション法を組み合わせた剛性法を用いることを試みている。以上の手段により、任意の支持条件を持つ長大な多径間曲線平板構造の解析に必要な自由度の数を大幅に減少させ、小型計算機による解析を可能にしている。

走行質量の影響を考慮したアーチ橋の動的応答

藤掛一典・大野友則・西岡 隆

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.389~398 1986.10]

車両が橋梁上を通過する際に生じる橋桁の振動に関しては、従来から数多くの研究が報告されている。しかし従来の研究の多くは、橋梁の固有振動形は走行荷重の位置によらず一定と見なして橋梁の動的応答を求めている。本研究はアーチ鉄道橋を対象として、車両の走行に伴って生じる橋梁の固有振動形の変化が橋梁の動的性状に及ぼす影響について検討するとともに、アーチ橋の各種パラメーターが衝撃係数に与える影響を調べたものである。

亀裂先端部分で有限な応力集中を与える応力関数

段 樹金・兒嶋弘行・中川建治

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.399~407 1986.10]

直線状のき裂1本を含む無限弾性板の面内力問題の応力関数を導いている研究である。従来の研究によるき裂先端部分の応力集中は無限大になるもの(Westergaardによる)と有限の σ_{yd} になるもの(Dugdaleによる)が導かれている。本研究の解析解によると応力集中はき裂の先端で有限の勾配で滑らかに立ち上り有限値となる。さらに応力集中部分は開口変位も生じる部分であり、作用する平均応力に比例した値となる。

伝達マトリックス法における中間格点条件の効率的処理

臼木 恒雄・中村 秀治

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.409~417 1986.10]

伝達マトリックス法は、多くの利点を有する反面、中間格点に多数の未知跳躍量が発生する場合、それらの格点で未知量を置換えるなどの煩雑な技巧を施さねばならない。この点を改良すべく、同一の構造物で境界および中間格点条件の種々の変化に対し、計算プログラムは一定で、入力データの部分的変更のみで中間格点を効率的に処理するアルゴリズムを提案した。その際、通常の伝達マトリックス法と修正伝達マトリックス法の両方に対して、連続ばりの簡単な例を用いて処理法を具体的に示した。

道路橋 RC 床版の劣化度判定法の一提案

松井 繁之・前田 幸雄

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.419~426 1986.10]

道路橋 RC 床版の劣化度に関する既存の判定法は経験的で信頼性の評価基準がなかった。著者らは輪荷重走行試験機による疲労実験から、たわみが有効な指標であることを見出し、たわみによる劣化度判定式を提示した。さらに、たわみによる劣化度とひびわれ密度の間に直線関係があることがわかり、ひびわれ密度による判定式を誘導した。最後に、劣化度と補修・補強等の維持管理対策との関係について時間を考慮した試案をしめた。

エネルギー原理および SQP によるトラス構造物の材料非線形解析法に関する研究

大久保 禎二・和多田 康男

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.427~436 1986.10]

エネルギー原理に基づき、トラス構造物の全ポテンシャルエネルギーあるいは全コンプリメンタリーエネルギーを逐次二次計画法 (SQP) により最小化することにより、材料の非線形性を考慮したトラス構造物の解析法を提案した。種々の応力-ひずみ関係を有する材料よりなる多くの不静定トラスを解き、荷重増分法との比較を行い、全コンプリメンタリーエネルギーをつり合い条件のもとで SQP により最小化する方法がきわめて有効であることを明らかにした。

南備讃瀬戸大橋アンカレイジの固有振動に関する実証的研究

東原 紘道・森谷 保・田島 二郎

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.437~445 1986.10]

本州四国連絡橋・南備讃瀬戸大橋の耐震性能にとって重要な南側アンカレイジの振動特性を、現地振動観測によって推定した。すなわち長期間にわたって計測された常時微動および微小地震の周波数分析によって、一次振動モードの固有振動数を決定し、次に、これに基づいて地盤の弾性実数を推定した。その結果は地質調査による推定値を大きく上回ったが、弾性波速度検層による推定値とは斉合的であった。

軸方向圧縮力と曲げを受ける長方形断面合成柱の一耐荷力解析

中井 博・吉川 紀・古田 秀博

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.447~456 1986.10]

本文は、軸方向力と曲げが作用した合成柱の耐荷力を CDC 法を用いてパラメトリック解析したものである。その結果、①合成柱の耐荷力は、鋼管と充填コンクリートとの単純累加強度を上まわる、②初期不整の耐荷力に与える影響は小さく、鋼管と充填コンクリートとの荷重分担率が耐荷力を左右する主たる要因である。③鋼管の荷重分担率が小さいほど、合成柱としての効果が発揮される。以上の成果をまとめて、合成柱の実用的な耐荷力算定法を提案している。

境界要素法による半無限弾性体における二次元波動場の解析

上杉真平・大津政康

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.457~465 1986.10]

本研究は、境界要素法を半無限領域の問題に適用するための手法について考察したものである。ここでは、まず、一重層ポテンシャルを用いた境界要素法による無限領域における波動問題の定式化を示し、これを半無限領域の問題に適用するための手法について検討した。本手法によれば、一重層ポテンシャルの分布から半無限境界を近似する長さを適切にきめることができ、取り扱いも簡単であり、特に、面外問題でその有用性が確認された。

フランジ局部座屈に起因するプレートガーダーの曲げ耐荷力の解析

藤井 堅・大村 裕

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.467~476 1986.10]

プレートガーダーの圧縮フランジの垂直座屈に起因する曲げ崩壊を、腹板がフランジを支える支持力の評価といった面からとらえて、その解明を試みた。本解析モデルは、まず腹板のたわみを用いて、腹板のフランジ支持力を等価なばねに置き換え、弾性支持上のフランジの座屈解析から曲げ耐荷力を求めるものである。そして過去の実験結果と比較して、本解析モデルがフランジ垂直座屈に起因する崩壊性状を的確に表現することを示した。

太径ケーブルの疲労強度に関する研究

牧野文雄・小松定夫・田中義人・原口俊男

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.477~486 1986.10]

本研究は、平行線ケーブルの疲労強度を統計学的に求める手法を述べたものである。統計的解析手法は、ケーブルの構成要素である素線を n 個の独立した確率標本とし、この確率標本の統計的疲労強度を基にして、その集合体をケーブルに置換える方法を用いた。解析の結果、素線径 7 mm を 421 本束ねた 500 m 長の太径平行線ケーブルの疲労強度は、設計荷重をケーブル破断荷重 45 % としたとき、 23 kg/mm^2 となった。

斜張橋のケーブルプレストレスの計算方法

星 埜 正 明

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.487~494 1986.10]

本論文では、斜張橋のケーブルプレストレスの計算方法について述べた。本方法は、構造系全体の工費を最小とすることから出発し、最終的には換算された部材断面定数を用いて不静定構造物の解析を行うことに帰着される。ケーブルプレストレスの計算に際しては種々の制約条件が設定されることが多いが、その取り扱い方法についても検討した。多くの制約条件は、不静定次数を下げることによって簡単に対処できることを述べた。最後にいくつかの試算例で実際にケーブルプレストレスの計算を行った。

多目的計画法を用いた斜張橋の架設時精度管理システムに関する研究

古川浩平・井上幸一・中山弘隆・石堂一成

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.495~502 1986.10]

本研究は、斜張橋の架設時精度管理で考慮しなければならないケーブル張力誤差、キャンパー誤差、シム調整量、シム調整箇所数がいずれも最小化をはかるべき目的関数であると考え、多目的計画法により定式化し、最適解を求めたものである。本研究により、各目的関数間の重みなどを考慮することなく、すべての目的を満足する解がわずかの計算時間で求められる手法が示された。

プレストレストコンクリート斜張橋の最適斜材張力決定法に関する研究

古川 浩平・角谷 務・熊谷紳一郎・新井 英雄

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.503~512 1986.10]

本研究は、プレストレストコンクリート斜張橋の最適斜材張力決定問題を、PC斜張橋に特有な斜材張力と主桁内プレストレスという2つの応力調整機構を連成した定式化を行い、ひずみエネルギー最小基準を用いて最適化したものである。本研究の結果、上記の2応力調整機構を連成して考えることによりPC斜張橋の最適張力決定が可能なこと、および本研究で示した規準によりクリープ変化が少ない最適張力が得られることが明らかになった。

水力鋼構造物の寿命予測エキスパート・システムとその適用

中村 秀治・松浦 真一・寺野 隆雄・篠原 靖志

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.513~521 1986.10]

既設土木構造物の的確な診断が重要課題となりつつある現状に鑑み、水力鋼構造物の検討に着手した。計測技術、専用解析技術の開発、データベース、エキスパート・システムの構築がその主要項目となったが、特に、エキスパート・システムの重要性が認識された。本論文では、水力鋼構造物の寿命予測エキスパート・システムについて、その機能構成、知識ベース、推論方式等を述べ、曖昧性の扱いに関連して階層分析法の適用に言及した。さらに、実際のデータを本システムに適用して結果の妥当性を確認した。

半無限弾性体上の円板の水平並進運動の直接積分方程式法

東原 紘道

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.523~530 1986.10]

本論文では、半無限弾性体上の円板の水平並進振動を解析する。表題のとおり問題は円板の水平変位と接触応力を直接に結びつける積分方程式によって厳密に定式化される。その積分核は特異部分と正則部分からなり、前者は完全楕円積分で、後者は解析関数の有限区間上の積分で表示される。従来の方と異なり本方法は応力分布を精度よく決定し円板の変形も許す。特に剛体円板に適用すると既往の結果が容易に得られる。

部分モードの総合法による地盤-基礎-上部構造物系の三次元地震応答解析

竹宮 宏和・角谷広太郎・福井 智

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.531~539 1986.10]

本論文では、地盤-基礎-上部構造物の地震応答解析に各分部系モードの総合法を適用したものである。同手法は全体系を地盤-基礎系と上部構造物に分離して、それぞれの運動方程式を固有モードに展開し、再び両部分系をインターフェイスの連続条件から連成系とする。したがって、各固有モードの採用次数で動的自由度の合理的な縮小を図る。筆者らは、上記解析法を地盤と構造物の擬似三次元解析システム SUBSSIP-A 3D に導入して、群杭基礎上の高炉構造物を解析し、従来のインピーダンス法による結果と比較した。

構造振動系の非定常スペクトル応答解析法について

中山 隆弘・小松 定夫・角田 直行

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.541~548 1986.10]

発展スペクトル (evolutionary spectrum) を導入して非定常不規則外力に対する振動系のスペクトル応答解析を試みた従来の研究では、外力の非定常性を与える変調関数を算定する方法に基本的な問題が残されていた。本論文では、一般的な非定常不規則過程の変調関数を非定常周波数解析の一手法である複素変調法 (CD 法) を利用して求める方法が述べられている。併せて同方法の妥当性も、実地震動に対する振動系の応答解析結果に基づいて明らかにされている。

TSS 回線による大型計算機を用いたハイブリッド地盤応答解析

片田敏行・勝田博敏・中田隆博

[土木学会論文集 第 374 号 / I-6 pp. 549~556 1986.10]

非線形地震応答解析の 1 種であるオンライン実験法（ハイブリッド実験法ともよばれる）において多自由度の振動系を解析する際には、計算機がマイコンでは計算能力に限界が見られた。そこで、この限界を克服するために TSS 回線を介して大型計算機を用いるオンライン実験装置を開発した。本論文ではこの装置の構成と制御方法の概要を述べている。解析例としてはカオリン粘土を用いて超軟弱地盤の地震時挙動を解析し報告している。

強震記録の統計処理による基盤の強震動波形とその予測

神山 眞

[土木学会論文集 第 374 号 / I-6 pp. 557~566 1986.10]

地表の強震加速度記録から基盤の強震動波形を予測する手法が論じられている。本手法は地盤の地震応答解析によるものでなく、強震記録の非定常スペクトルに注目し、その統計解析を通して基盤地震動を予測するものである。本手法は地震のマグニチュードなど地震諸元が与えられると基盤地震動が比較的簡単に予測できるものであるが、予測波形に実測記録と振幅、継続時間、非定常特性などからよく調和する。

杭周面のすべりを考慮した杭基礎の鉛直方向群杭効率

小坪清真・高西照彦・成富 勝

[土木学会論文集 第 374 号 / I-6 pp. 567~574 1986.10]

杭基礎が鉛直荷重を受けたとき、荷重が大きくなると杭と周面地盤との間にすべりを生ずることになる。本論は、このすべりを考慮して杭基礎の鉛直方向群杭効率と各杭の荷重分担率を求める解析理論を導き、数値計算を行って、まず単杭について実測結果と理論値とを比較し、次にすべりが群杭効率および各杭の荷重分担率に与える影響について論じたものである。すべりを考慮した場合の方が、一般に群杭効率が大きくなるといえる。

マンホール際管路の沈下挙動実験と対策管路の開発

高田至郎・田邊揮司良・狭間祐二・入岡博明

[土木学会論文集 第 374 号 / I-6 pp. 575~582 1986.10]

本研究は、一端を基礎の堅固なマンホールに固定された RR 継手を有する $\phi 150$ 塩化ビニル管路の沈下挙動を、実験および数値シミュレーションにより明らかにしている。さらに、地盤沈下対策として数値シミュレーションで検討した対策管路についても、実験で検証している。これより、耐沈下最適管路を用いると従来型管路に対し約 3 倍の地盤沈下に耐え得ること、マンホール端近傍の継手位置が重要であること、などを示している。

剝離、滑動を考慮した杭頭結合部の応力伝達について

小堀為雄・近田康夫

[土木学会論文集 第 374 号 / I-6 pp. 583~592 1986.10]

橋梁杭基礎の杭頭結合部における応力伝達機構の、フーリエ級数を用いた半解析的手法による有限要素解析を行った。その際、杭とフーチングの間の剝離、滑動をジョイント要素を用いて表現した。剝離、滑動現象の発生に伴う応力伝達の変化に着目したところ、杭周面の摩擦の状態が大きな要因であることがわかった。また、杭頭結合部の応力照査においては、応力分布に対する軸力水平力、モーメントの複合的な寄与を考慮すべきであることが示唆できた。

地盤沈下を受ける地中管路の設計式と適用

田邊揮司良・高田至郎

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.593~602 1986.10]

本研究は、弾性床上のはり理論解析および種々の地中管路沈下実験データの統一的取り扱いにより、地盤沈下を受ける地中管路の最大曲げひずみ、継手回転角、最大継手伸量を算定する設計式および設計地盤ばね定数を提案している。さらに、その設計式を有継手既存管に適用し、沈下地盤変位吸収能力についても述べている。その結果、提案した設計式および地盤ばね定数は、地盤沈下を受ける地中管路の設計に充分適用できることが分った。

縞鋼管合成柱の耐荷特性と打診による付着の診断

川口昌宏・鈴木英実・嶋津外志彦

[土木学会論文集 第374号/I-6 pp.603~610 1986.10]

コンクリートを内部に充填した合成鋼管柱を軸圧縮し、耐力や剛性を調べた。柱の長さは2.8 m、直径は70 cm、板厚9 mmである。鋼管には、表面にスタッドのあるもの、縞のあるもの、平のもの3種を用意した。スタッドの応力伝達作用はもち論十分であったが、縞鋼管も十分な合成作用を示した。鋼管表面を打撃して発生する弾性波の周波数分析より、鋼管とコンクリートの接着状態を診断する試みを行い、よい結果を得た。

内容紹介Ⅱ

No.380/I-7

1987.4

テラー展開による構造物の安定と特異点での挙動についての一解析 (英文)

西野文雄・Wibisono HARTONO・藤原興継・Pisidhi KARASUDHI

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.27-35 1987.4]

幾何学的非線形を考慮して構造物を解析すると、安定な解のみならず不安定な解や、あるいは初期の無荷重状態からなめらかに変化する解の他に、この解から分岐する解が求まる。

離散化した構造物の解について、安定・不安定の条件、および分岐点の解の挙動を、論じている。同じ問題は、従来摂動法によって論じられているが、本研究ではテラー展開のみを用いて論じている。

既往の結果と本研究の結果には一部一致しない点があり、今後の研究課題として残っている。

幾何学的非線形構造物の分岐つり合い曲線の追跡 (英文)

Wibisono HARTONO・西野文雄・藤原興継・Pisidhi KARASUDHI

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.37-43 1987.4]

分岐点で増分形で表した離散化形の支配方程式をテラー展開すると、接戦係数行列が特異となり、荷重あるいは変位、もしくはつり合い経路長の増分に対して、残りの変位量の増分量が一つに決まらない。このため Jacobian が 0 とならず、解が求まる最低次の範囲で高次項を残し、この非線形連立方程式を解いて、分岐点からの増分解を求め、この解を初期値としてニュートン・ラフソン法により、分岐経路上の解を求める方法を示している。分岐後の経路数の最大数についても議論している。

薄肉弾性部材からなる立体骨組の非反復非線形解析法 (英文)

長谷川彰夫・Kithsiri K. LIYANAGE・西野文雄

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.45-55 1987.4]

薄肉弾性直線部材の線形化有限変位理論に基づく接線剛性方程式を用い、立体骨組の非線形挙動を非反復増分法で追跡するための数値計算手法を提案している。適切な剛性行列の変換、座標の更新、および各増分段階でのつり合いを満足させる内力の決定を通して、各増分間での反復計算を実行することなしに、大変形を伴う非線形挙動を追跡できることを実証している。広範囲の立体骨組の数値計算例も示されている。

薄肉多角開断面部材の断面変形を考慮した弾性安定問題の解法 (英文)

彦坂 照・高海克彦・丸山義一

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.57-66 1987.4]

任意形薄肉多角開断面をもつ部材が任意荷重を受ける場合について、断面形状の変化を考慮した有限変位理論の支配方程式を導き、弾性安定問題への応用例を示すとともに、解の精度について論じた。本法によれば、従来は板理論に基づく有限要素法や有限帯板法の適用対象であった、板要素の面外曲げ変形または局部座屈を考慮した部材の全体座屈の問題が、一次元場で解析可能となる。

箱断面トラス部材の疲労強度 (英文)

竹名興英・平野 茂・伊藤文夫・三木千寿

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.67-76 1987.4]

箱断面トラス弦材の疲労強度が箱断面部材 (断面 300 mm×130 mm、長さ 3 400 mm) の試験体の軸方向力疲労試験および破壊力学解析により検討されている。試験体の角継手は従来からの方法および本州四国連絡橋の施工のために開発された方法により溶接されている。角継手部に残されるルートブローホールの寸法と疲労強度の低下の程度が明らかにされている。

不均一弾性地盤上の矩形板の曲げの一解析法 (英文)

松田 浩・崎山 毅

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.77-85 1987.4]

弾性地盤上の矩形板の基礎微分方程式について、板の縦横の等分割線の交点における離散的な一般解を求め、これに基づき、任意の境界条件、荷重条件、板厚分布、地盤係数の場所的不均一性および非線形ばねの性質をもつ弾性地盤上の矩形板の曲げ解法を提示したものである。解法の実用性の検討の結果、数値解は一様な収束性をもつこと、また、比較的粗い分割による解析においても十分の精度をもつ解が得られることなどが確認された。

石造アーチ橋の洪水流への影響と流体力による安定に関する実験的研究 (英文)

小西 保則

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.87-97 1987.4]

石造アーチ橋である袋橋の模型を用いての洪水流による実験的研究を行い、石造アーチ橋の存在する場合としない場合の水理量の変化、アーチ石に作用するドラッグ・ダウンプル等の流体力の測定を行い、その結果を用い石造アーチ橋の洪水流による安定計算を行った。袋橋についてはアーチ石は安定であることを確認した。また、実橋と同じアーチ石数の模型による破壊実験を行いビデオ撮影をして破壊機構の解明を行った。

平面骨組剛性方程式のひとつの誘導原理と数値的検討 (英文)

岩熊 哲夫・長谷川彰夫・西野文雄・倉西 茂

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.99-109 1987.4]

全ラグランジェ手法に基づき、平面骨組の従来の線形および幾何剛性行列を用いたひとつの剛性方程式を誘導した。誘導された方程式に適合する微分方程式を求め、さらに種々の理論の数値積分解との比較により、その正当性を示した。ベルヌーイオイラーはりでは幾何剛性が必ずしも必要ではないが、ティモシェンコはりでは、幾何剛性が含まれていない場合には、せん断変形の影響が十分には考慮されないことが明らかになった。

TIG dressing による疲労亀裂の補修 (英文)

三木千寿・森 猛・津田 敏・阪本謙二

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.111-119 1987.4]

TIG dressing により前面すみ肉溶接止端部に生じた疲労亀裂を溶接することを試み、その補修効果について疲労試験および疲労亀裂の進展解析を行うことにより検討している。その結果、亀裂を完全に溶接できた場合には、補修した継手の疲労強度が溶接のままの継手よりも非常に高くなること、亀裂を完全には溶接できなくとも、残存した亀裂が小さく、しかも溶接層が厚ければ、かなりの疲労強度が期待できることが明らかとされている。

最適化手法を用いた大規模構造物の信頼性解析 (英文)

飯塚 稔・三原徹治・石川信隆・古川浩平

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.121-129 1987.4]

一般に、構造物の塑性崩壊に関する破壊確率を算定するためには、すべての可能崩壊モードを必要とするが、大規模構造物の場合、可能崩壊モードをすべて求めることは非常に困難である。本研究は、容易に求められる基本モードのみをインプットデータとし、PNET法の考え方を活用した最適化手法により、大規模構造物の相関を考慮した信頼性解析法を提示したものである。2層1スパンラーメンおよび2層4スパンラーメンに対する数値計算例により本法の有効性を確認した。

軸圧縮円筒シェルの弾塑性強度への一つの統一のアプローチ (英文)

渡邊 英一・勇 秀憲・京極 靖司

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.131~139 1987.4]

本論文は、軸圧縮円筒シェルの弾塑性耐力を非線形分岐理論に基づき評価する2つの手法を提案するものである。第1の方法は、弾塑性分岐点近傍の安定性条件から直接打耐荷力を求めるもので、さらに第2の方法は、塑性崩壊機構曲線上の等価分岐点近傍での荷重極値条件より算定するものである。数値計算結果によれば、第2の方法で求めた耐力曲線は、多数の実験結果や ECCS, DAST の設計曲線に対し、一般的に有用な下限値を与えていることが示された。

固定鋼アーチの終局強度設計に関する一考察 (英文)

矢吹 哲哉・Le-Wu LU・倉西 茂

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.141~149 1987.4]

本論文は、2ヒンジアーチの終局強度設計基準を有効座屈長の概念を用いて固定アーチに適用する方法について述べたものである。まず、固定鋼アーチの終局強度は本文提案式による有効座屈長で定義したヒンジアーチの強度とほぼ等しいことを示した。次に、この等価アーチに対する終局強度設計基準を変換することにより、固定アーチの支承条件のみをヒンジとしたアーチの曲げモーメントと軸力で対象固定アーチの終局強度を評価する方法を提案した。

二重周期クラックを含む材料の力学的特性 (英文)

Kiertisak SAHASAKMONTRI・堀井 秀之・長谷川 彰夫・西野 文雄

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.151~161 1987.4]

本論文は、二重周期クラックを含む二次元弾性体に対して、応力拡大係数や巨視的弾性定数などを破壊力学の手法を用いて求め、それらとクラックの密度や配列との関係も議論している。既存の数値解の間にある食い違いの原因が示されており、二重周期問題における解法上の問題点が明らかにされている。得られた近似解は、微小クラックを有する損傷材料のモデル化や岩盤力学における工学的応用など、広い適用範囲があるものと考えられる。

経年劣化リベットプレートガーダーの疲労強度 (英文)

竹名 興英・川上 博道・谷藤 精一・三木 千寿

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.163~172 1987.4]

経年数十年の以上の橋梁は、ほとんどリベット構造である。これらの橋梁の強度を適性に評価することは重要な問題である。本研究では、リベット継手の日本と欧米の従来の疲労試験結果を調べるとともに、世界で今までに行われたことのないフランジが複数の板で構成された経年70年のリベットプレートガーダーの疲労試験を行っている。これらに基づいて、リベット継手の疲労強度及び亀裂の発生と進展性状を明らかにしている。

地下水位の上昇を考慮した液状化時における地中埋設管の応答解析 (英文)

北浦 勝・宮島 昌克・鈴木 広士

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.173~180 1987.4]

本論文では、液状化過程における地下水位の上昇を考慮したうえで、地中埋設管の応答特性を明らかにした。液状化地盤を有限要素法により解析し、その応答量を伝達マトリックス法を用いた地中埋設管の挙動解析プログラムに組み込むというハイブリッド手法を用いて解析を行った。その結果、液状化の進行に伴う管路の応答特性の変化を明らかにするとともに、不飽和砂地盤においても液状化対策が必要である場合のあることを指摘した。

Cundall モデルを用いた粒状体シミュレーションによる構造物基礎の動的破壊解析 (英文)

植村大輔・伯野元彦

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.181~190 1987.4]

土とか岩とかは大変形時には、連続体としてよりも粒体として解析した方が現象を忠実に表わすこともある。著者は、粒は剛体とし粒間作用力は粒間のばね変形量から求め、粒ごとに運動方程式をたてるという Cundall の方法を用いて、最大 3400 個の円形粒子から構成される二次元地盤に、深基礎を貫入する場合、基礎に水平方向正弦振動力を加えて破壊させる場合について数値解析を行い多くの新しい知見を得た。

剛基層上の弾性層を伝播する Rayleigh 波として特性づけられる振動モードについて(英文)

森地重暉・大町達夫・年縄 巧・安井明世

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.191~199 1987.4]

表面波は一種の固有振動であると解釈されるが、表面波に関する複雑な問題を固有値解析として扱えば工學上有効である。その観点から、剛基層上の弾性層について実験、理論、数値解析的に固有値解析を行った。その結果、(1) 弾性層内の鉛直面内に生ずる振動形は、レーレー波に起因する、(2) 波動の波長が無限になれば層のせん断振動、縦振動を呈し、1/4 波長則に従う、等のことが明らかになった。

1855 年安政江戸地震における関東地方の震度分布に関する研究 (英文)

荻本孝久

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.201~211 1987.4]

1855 年 11 月 11 日発生した安政江戸地震 ($M=6.9$) は現在の東京都の直下に発生した内陸性の地震であった。本地震により当時の江戸府内を中心に極めて壊滅的な被害が発生したために被害状況に関しては数多くの資料が残存している。本研究は多数の文献資料に基づいて地域的な被害分布と被害程度を調査し、国際震度階により関東地方の震度分布を検討した。また、断層モデルを用いて理論的な解析を実施し震度分布の考察を行った。

非比例減衰系の応答スペクトルによる地震応答解析 (英文)

山田善一・河野健二

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.213~222 1987.4]

非比例減衰系の運動方程式は非減衰時のモーダルマトリックスを用いて対角化できないので、応答スペクトルを用いた地震応答解析では近似的な扱いが一般に行われている。本研究では振動モード間の連成を考慮した非比例減衰系の応答解析法を示し、応答スペクトルを用いた解析による検討を行った。その結果、非減衰時の固有値解析結果を用いた非比例減衰系の応答は、振動モード間の連成の影響を把握することにより、より正確な評価が可能であることを示した。

粗い剛床上の一質点系の地震時応答について (英文)

五十嵐俊一・伯野元彦

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.223~233 1987.4]

構造物の地震時の滑動量の推定に用いられる剛床上のブロックモデルの鉛直・水平両方向の加振に対する応答を 52 組の強震記録から計算し、入力 of 工学的性質との関係性を求め、不規則振動論による解析解と良好な一致を見た。滑りブロックモデルが線形な限界加速度包絡線を持ち、入力 of これに直交する方向の成分が滑り量を支配することを示す。この性質を用いて構造物の限界加速度を計算し、滑り量を予測する方法を提案する。

滑り変位による地震のマグニチュードの測定 (英文)

五十嵐俊一・伯野元彦

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.235~241 1987.4]

地震のマグニチュードを滑り変位を用いて測定する方法を提案する。滑り変位は、粗い剛床上の質点の地震応答であり、地震波のエネルギーに比例し、構造物への不可逆的な影響の大きさを表わすものと考えられ、質点の弾性応答とならんで工学的に重要な量である。本研究の方法により、加速度記録、滑りブロック模型の変位、構造物の残留変位の実測値等からマグニチュードを決定することが出来る。

鋼薄肉ラーメン構造物の限界強度の近似計算法

中井 博・酒造敏廣・大垣賀津雄

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.263~272 1987.4]

本研究は、局部座屈が無視できない鋼薄肉ラーメン構造物の限界強度の近似計算法を提案したものである。初期不整や $P-\delta$ 効果による耐力力の低下を柱の仮想初期部材回転角として考慮すれば、耐力力算定法に一次理論が適用できる。本法の妥当性は、弾塑性有限変位理論に基づく FEM 解析を用い、各種ラーメンのパラメトリック解析を通じて検討している。本近似解法は安全側の誤差 10% 以内にあり、十分実用に供し得るものである。

Voigt 型粘弾性体無限帯板の過渡応力波伝播

石川清志

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.273~281 1987.4]

本研究は、衝撃荷重を受ける Voigt 型粘弾性体無限帯板の二次元過渡応力波伝播問題に対する一解析法を提案するもので、Fourier 変換および弾性体の振動方程式を基本解とした直交性を有する固有関数を導入して Voigt 体の運動方程式を展開し、境界条件および初期条件のもとで直接的に解くものである。集中 pulse 荷重について数値計算を行い、載荷近傍から誘発する縦波および横波速度に依存する過渡応力波伝播特性を明らかにした。

模型橋梁床版の疲労実験と余寿命診断の試み

川口昌宏・川口 隆・原田浩二・高橋三雅

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.283~292 1987.4]

走行荷重下の橋梁 RC 床版の疲労強度を、ほぼ 10 分の 1 縮尺模型を使って実験した。その $S-N$ 曲線は実物に近い厚さの実験結果とよく似た結果となり、疲労強度は定荷重繰返し半分の程度であった。注目すべき破壊過程として、版下面の曲げによる亀甲状ひびわれと上面の主筋方向ひびわれにより、版が主筋方向のほりに分断される。版中の弾性波の伝達性状を測定してこの過程を追跡し、版の余寿命を診断する試みを行った。

伝達マトリックス法による千鳥組セグメントリングの一解析法

臼木恒雄

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.293~302 1987.4]

既往の実験報告によれば、セグメント継手部に作用するモーメントの値を増加させてゆくと、最終的に、継手部は塑性ヒンジとなり、モーメントと継手の折れ角の関係は折れ線近似で図示されることが知られている。本論文では千鳥組されたセグメントリングが土圧などの作用下において、部分的に塑性ヒンジを形成しつつつり合い系をなす状況を格子桁理論と伝達マトリックス法の組合せで解析する方法を示した。

火災時における鋼骨組み構造物の変形と強度

馬場俊介・中田知志・瀬木健一

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.303-310 1987.4]

SS 41 鋼の高温材料実験を行い、材料特性を構成式を含めて関数表示する。定式化にあたっては、瞬間塑性ひずみと時間依存型のクリープひずみの間に独立性を仮定する。その妥当性については、先行塑性・後続クリープ試験の結果を用いて評価する。クリープは非定常クリープを記述できるようレオロジー・モデルを用いて定式化する。火災時の1～3層の鋼骨組構造物の変形解析を、有限要素法を用いて行い、火災時の耐力の低下についての判断基準を与えている。

頭付きスタッドの押抜き挙動に及ぼすコンクリートの打込み方向の影響

赤尾親助・栗田章光・平城弘一

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.311-320 1987.4]

スタッドが種々の合成構造に利用される場合、スタッドの取付け方向に対し、コンクリートの打込み方向が種々変わると予想される。

本研究では、コンクリートの打込み方向がスタッドの押抜き挙動に与える影響を明らかにし、スタッドの終局耐力、使用限界状態における設計耐力、ずれ性状および疲労強度の算定評価式を提案した。

許容応力度設計法によるプレートガーダーの最適桁高

伊藤文人・野上邦栄

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.321-330 1987.4]

プレートガーダーの最適桁高の選定方法には多くの定式化があるが、その使用上不明確な点が残されている。そこで、著者らは理論的方法により検討を行った。

その結果、基本許容圧縮応力度およびフランジ断面変更点の数が最適桁高をより低下させること、また規程上安全には与えられていない圧縮フランジ断面積の制約が、短スパンの場合大きく最適桁高に影響すること等が明らかになった。

薄肉 H 形短柱の耐力挙動に関する実験的研究

山尾敏孝・崎元達郎

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.331-339 1987.4]

板要素相互の連成挙動や局部座屈強度を明らかにするため、溶接集成の薄肉 H 形断面で、フランジとウェブの幅厚比を変化させた7体の短柱について圧縮耐力実験を行った。また、実験値と面内回転剛性を考慮した有限要素法を用いた非線形解析の結果と比較して良好な一致が得られた。実験結果より、圧縮を受ける H 形短柱の最大強度は、フランジとウェブの連成作用を考慮した幅厚比パラメーター R_{fw} を用いてよく推定できることがわかった。

部分模型実験の質量相似則とそれに基づく応答予測

山田均・田中宏

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.341-348 1987.4]

橋梁の耐風安定性を検証するために通常実施される二次元部分模型風洞実験と三次元全橋模型実験、さらには実橋対風挙動、それぞれの振動応答の関係を明らかにするために、ストリップ理論を用いた簡単な理論を展開し、振動応答の補正係数を示した。この二次元実験結果に基づいて三次元実験振動応答を推定する方法を検証するために、タウトストリップ模型を用いた実験を実施し、補正が妥当であることを示した。

曲線 I 形部材の降伏関数に関する考察

今井富士夫・太田俊昭

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.349~354 1987.4]

薄肉曲線 I 形部材などの塑性解析においては、断面の塑性化によって反り拘束の解放が生じるため、通常無視される St. Venant のねじりモーメントもエネルギー散逸率の重要な因子となる。本論文では、均一ならびにハイブリッドな曲線 I 形部材に適用可能な降伏関数を St. Venant のねじりを含む一般的な形で誘導し、いくつかの曲線 I 形はりモデルに対する実験ならびに理論解析を行い、提案した降伏関数の妥当性を検討した。

橋梁の損傷評価における力学的挙動の有効性

西村 昭・藤井 学・宮本文穂・加賀山泰一

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.355~364 1987.4]

橋梁の上部構造に着目した損傷の定量的評価法確立への第一段階として、損傷に伴う力学的挙動の変化をモデル計算ならびに模型桁実験より解明し、その結果に基づき、実橋から得られる力学的挙動のデータより、どの程度の損傷を評価できるか、どのくらいの精度で損傷が評価できるか等、損傷評価の際の力学的挙動の有効性を検討することを目的としたものである。模型桁および計算モデルとして、標準的な単純支持の桁橋を対象形式とし、また、導入する損傷としては、曲げ剛性の低下として現れる種々の要因および支承に関連する沈下および回転拘束を考慮した。

構造物の健全度診断へのファジー集合論の適用に関する基礎的研究

西村 昭・藤井 学・宮本文穂・小笠 勝

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.365~374 1987.4]

構造物の健全度診断にあたって不可避と考えられる技術者の主観的不確定性の取り扱いにおけるファジー集合論の適用に際して、主観的不確定性の数学的表現方法である帰属度関数の合理的な決定法の検討を行ったものである。このような帰属度関数を用いて、ファジー事象の確率の概念を適用することにより、客観的に得られた検査、測定結果から主観的評価を行うための健全度評価手法を提案するとともに、これらの手法による数値計算例として、道路橋 RC 床版の健全度評価を試みたものである。

鋼構造物のデジタル最適自動制御

馬場俊介・二宮公紀・梶田建夫

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.375~381 1987.4]

地震時の鋼構造物の安全性を高める目的で、免震構造をより積極化した「制御構造」の検討が始まっている。本研究は、デジタル方式の制御を実用的なレベルで定式化していることを特徴としている。すなわち、加速度センサー等を通じて時々刻々得られる地震加速度データを用いて制御を行うことを想定して、リアル・タイムでの制御（デジタル制御）を提唱している。そして、複素モード分解の手法を漸化式として利用することで、デジタル制御を実用的な域に引き上げている。はり、ラーメンの制御を例として示した。

薄肉 H 形鋼柱の連成座屈に関する実験的研究

山尾敏孝・崎元達郎

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.383~390 1987.4]

溶接集成の薄肉 H 形断面を有する鋼柱が中心圧縮を受ける場合の弱軸回りの連成座屈挙動や耐荷力特性を検討するため、種々の細長比と板要素の幅厚比を組み合わせた 13 本の供試体を製作し実験を行った。鋼柱のフランジの幅厚比が大きくなると最大荷重に達した後の変形能が小さく、局部変形が耐荷力に大きく影響する。また、連成座屈強度は同一断面の短柱実験より求められた短柱強度を用いることによりうまく推定できることが明らかになった。

鋼橋の施工精度に関する確率論的考察

竹村勝之・坂井藤一・赤尾 宏

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.391~400 1987.4]

鋼橋の施工中に発生する種々の誤差について検討し、これらを部材に含まれる不確定要因とみなして、構造物完成後の形状や応力分布などの施工精度に及ぼす影響を確率有限要素法により評価する方法を提示した。二径間斜張橋を対象とした数値計算例により、各種誤差の施工精度への影響度や、ケーブル調整を含めた精度管理法の精度改善効果、設計段階で考慮すべき誤差応力などについて考察を加えた。

腐食環境下のガセット継手の表面性状と疲労強度

西村 昭・皆田 理

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.401~409 1987.4]

本研究では、腐食環境下に置かれた4鋼種のガセット継手について、腐食による継手の表面性状変化を表面粗さの形状解析により明らかにした。次に、ガセット継手の疲労強度に及ぼす腐食環境の影響をみるために、空中疲労試験、腐食疲労試験および濡れと乾燥とを交互に繰返す環境変動腐食疲労試験を実施した。この結果に基づき、乾湿比の異なる環境変動下でのガセット継手の疲労強度につき、その推定と現行鋼橋疲労許容応力度と対比して検討を行った。

三次元有限回転を伴う Timoshenko はりの幾何学的非線形理論

井浦雅司・平嶋政治

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.411~417 1987.4]

本報告では、せん断変形を伴う充実棒の有限変位理論を展開した。仮想仕事の原理より、有限ひずみの下で得られた平衡方程式は、つり合い法により得られたものと、力のつり合い式は一致し、モーメントのつり合い式は形式上異なるものの等価であることを示した。用いた構成則は、通常の応力-ひずみ関係式とは異なるものの、それから導かれる断面力とひずみの関係は線形理論で広く認められているものと形式上一致する。

根入れ式鋼板セル護岸の最適設計に関する研究

古川浩平・飯田 毅・高瀬幸紀・森山 彰

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.419~427 1987.4]

護岸は一般に延長距離が大きい構造物であるため、これをいかに経済的かつ合理的に設計・施工するかは非常に大きな問題である。本研究は、根入れ式鋼板セル護岸の地盤改良費を含む工費最小化のための最適化プログラムを開発し、地盤条件4ケースにおいて最適設計を行うとともに、感度解析や図式解法により設計変数間の相互関係、最適解の特性を明らかにしたものである。本研究の結果、根入れ式鋼板セル護岸の合理的かつ経済的設計への資料が得られた。

履歴吸収エネルギーに注目した鋼箱型断面橋脚の損傷度評価に関する基礎的研究

平尾 潔・沢田 勉・成行義文・笹田修司

[土木学会論文集 第380号/I-7 pp.429~437 1987.4]

本研究は、鋼正方形断面からなる二、三の単柱および門型ラーメン橋脚を対象に、その耐震性能をエネルギー論的立場から検討するために、まずこれらの橋脚を一自由度系モデルに置換し、それらのモデルに対する計算結果をもとに、各橋脚の降伏回数、最大塑性変位、履歴吸収および入力エネルギー、損傷度指標、ならびに履歴吸収エネルギーと弾性最大速度との関係等について比較し、若干の考察を加えたものである。

衝撃荷重を受ける機械基礎-半無限体モデル系の動的応答

二井 義 則

【土木学会論文集 第380号 / I-7 pp.439~448 1987.4】

本論文は、振動公害の発生源として問題視されている鍛造機械のようなパルス状の衝撃力を発生する機械を想定し、機械基礎-地盤系の衝撃振動応答を、半無限体モデルを用いて調べた実験、検討結果について述べている。また、レイリー波に基づく基礎-地盤間の振動の近似伝達関数などを用いた衝撃振動応答の近似解析法と結果を示し、実験結果の一部と比較することにより、近似解析法をこの種の問題に適用することの妥当性を調べている。

部分的に液状化した地盤中の埋設管の挙動に関する実験的研究

西尾 宣明・塚本 克良・羽村 淳

【土木学会論文集 第380号 / I-7 pp.449~458 1987.4】

部分的に液状化可能にした地盤モデルを用いて振動実験を行った。非液状化表層地盤と、そこに埋設された管の挙動を簡単な弾性体の力学モデルで近似することにより、観測された管のひずみを精度よく説明できた。このモデルを実物大の地盤と管に適用して、部分的液状化の条件下ではきわめて大きなひずみが埋設管に生じ得ることを示した。このことは部分的液状化が埋設管震害の原因の一つ（かつ、最も重要なもの）であることを示唆する。

EK-WGI 法による山留め壁の作用外力の同定

斉藤 悦郎・古賀 重利

【土木学会論文集 第380号 / I-7 pp.459~465 1987.4】

本研究は、山留め掘削工事過程での壁体傾斜角の計測データから、壁体に作用する外力および土の弾性係数等の推定を試みたものである。推定法は、制御理論の拡張カルマンフィルターを基本として開発したEK-WGI法である。この推定法の特徴は、山留め壁の深さ方向ヘーケンシャルにデータを処理しながら、上述の未知パラメーターを推定していくものである。ここで用いた傾斜角データは、EK-WGI法への定式化の検証のため、シミュレーションデータとした。推定結果より、EK-WGI法はこれらの推定法として有効であることが数値的に明らかになった。

海底パイプラインの液状化対策工法に関する一考察

関口 宏二・大石 博

【土木学会論文集 第380号 / I-7 pp.467~473 1987.4】

海底パイプラインの各種液状化対策工法の有効性に関して、南らの提案している有限要素モデルを用いた数値解析により検討を行った。検討対象とした対策工法は、①アースアンカーまたは杭で海底パイプラインを固定する方法、②コンクリートコーティングにより重量化する方法、③液状化防止区域と液状化許容区域を交互に設けて埋め戻すという新しい工法の三種類である。検討の結果、新しい工法は非常に効果的であることがわかった。

地震波の因果性を用いた1979 Imperial Valley 地震記録の解析

辰己 安良・佐藤 忠信

【土木学会論文集 第380号 / I-7 pp.475~484 1987.4】

地震波の因果性を利用し、観測波を伝播経路などの波動伝達システムに関係するものと、断面面上の破壊過程に関係するシステムへの入力とに分離する手法を提案した。これを1979 Imperial Valley 地震の観測記録のうち、主な観点における断層に平行な成分に適用し、断層上の発震地点、発震時刻、破壊速度および ramp functionなどを決定した。最後に決定した ramp function と波動伝播システムとから各観測点の地震波を再合成し、実際の記録と比較した。

疑似箱桁理論による曲線 I 桁橋の横構部材力の近似解法（報告）

尾下里治

[土木学会論文集 第 380 号 / I-7 pp. 485~491 1987. 4]

現在の曲線 I 桁橋の横構部材力の算出基準を見直し、新たな近似解法を提案した。この近似解法とは、(1) 橋体のねじりによる横構部材力は純ねじりモーメントによるせん断力から求まる。(2) 主桁との共同作用によって生じる部材力は新たな近似計算式により算出する。というもので、文献 1) による解析結果と比較して十分な精度を確認できた。また、横構の荷重分配効果についても疑似箱桁理論により精度よく計算できることが判明した。

新しい計測技術と設備で あらゆる地質・環境・構造を 的確にキャッチ

●地質調査

地質踏査
弾性波探査
各種物理探査
ボーリング
物理検層
岩盤物性試験
岩石試験・土質試験

●環境調査

振動・騒音測定と解析・予測・対策
地通り調査と解析・予測・対策
水文・植生調査と解析

●構造物調査

橋りょう・橋脚・トンネル調査
各種構造物・構築物のひずみ・たわみ
沈下(土圧)・変位・加速度の測定・解析

●地震観測

微小地震・常時微動の観測・解析
●電子計算機による主な解析
各種周波数分析・地震心算解析
振動軌跡の作図
走時曲線の自動作図と解析
地震震源地の解析と作図



地質計測

株式会社

本社 ■ 〒107 東京都港区南青山4丁目26番12号 TEL.03(409)4651
技術研究所 ■ 〒213 川崎市宮前区平1555番 TEL.044(977)3471
神奈川営業所 ■ TEL.044(977)3471 福岡営業所 ■ TEL.092(714)1367
仙台営業所 ■ TEL.0222(23)5365 長野出張所 ■ TEL.0262(92)3886

建設コンサルタント(登録番号第56、1088号) 地質調査業者(登録番号第地質56、469号) 測量業者登録(登録番号第2、9419号) 計量証明事業(東京都第491号)

コンクリートとともにPOZZOLITH



昭和三十七年五月二十五日
昭和六十二年四月二十五日
土木学会論文集
第三種郵便物認可
印刷(毎月一回)
発行(二十日発行)

○ 土 木 学 会 論 文 集 ○

定 価 二 五 〇 〇 円

最高のコンクリートをつくりたい。

混和剤であることの喜びのために

コンクリートがコンクリートらしくあるために、私たちは長年にわたって混和剤を開発し、供給してまいりました。現代のコンクリートは病んでおりますが、手厚い援護があれば必ずや治癒するものと信じています。ポゾリスは、コンクリートがその絶対条件である耐久性と信頼性をとりもどす礎になりたいと念じ、これからも自己の責務に取り組んでまいります。よりよき将来を目指す社会の発展に寄与するために。

コンクリートを活かすポゾリスの混和剤。

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| 混和剤の代名詞、減水剤のベストセラー。 | -15℃の外気温でもシート養生でOK。 |
| 減水剤、AE減水剤 | 耐寒用特殊混和剤 |
| ポゾリス (標準形・遅延形・促進形) | ノンフリーズ |
| 塩化物総量規制を強力にバックアップ。 | 大規模な地下構造物の逆打ち工事(直接法)に威力。 |
| 鉄筋コンクリート用防せい剤。 | 膨張コンクリート用特殊混和剤 |
| NR-1900 (財)日本建築センター評定品 | タイムック |
| 無アルカリ・無塩化タイプも新登場。 | 広面積・大水深でも高品質。 |
| 流動化剤 | 高品質水中コンクリート用混和剤 |
| NP-10・20・20R | アクリス12 |

*その他、用途使用条件に応じた各種製品があります。

●資料請求 詳しくは、本社営業一部または、最寄りの営業所にお問合せください。



製造元 **日曹マスタービルダース株式会社**
販売元 **ポゾリス物産株式会社**

本 社 / 東京都港区六本木3-10-26 TEL.582-8813(直) FAX.583-8028
営業所 / 札幌、仙台、上越、高岡、宇都宮、東京、千葉、静岡、名古屋、大阪、高松、広島、福岡、鹿児島