

第 3 回 定 期 研 究 会

270

スト

的研

of the

50,

平成 16 年度 SGST 第 3 回研究会 議事録

日時 : 平成 16 年 8 月 24 日(火) 15:00~17:00

場所 : 大同工業大学 滝春校舎 A 棟 14 階 会議室

講師 : 古田秀博氏 (株式会社横河技術情報 取締役)

出席者 : 安藤(瀧上), 海老澤(名工大), 小川(名古屋道路エンジ), 加藤(中日本建設 C), 亀子(瀧上), 事口(大同工大), 佐藤(中日本建設 C), 鷺見(八千代), 園部(JIP), 田中(JIP), 林(協和 C), 原田(創建), 深田(金沢大), 藤澤(日本建設 C), 酒造(大同工大), 水澤(大同工大), 山田(トピー), 吉田(川田), 竹市(名古屋道路エンジ), 山田(協和 C), 20 名(敬称略)

1. 定期研究会 (水澤研究会担当幹事)

講演「FEM 解析の適用技術と FEM 解析ツールの最近の動向」

(株式会社 横河技術情報 取締役 古田秀博氏)

講演内容

1. 鋼構造や合成構造への適用
2. 機械部品への適用事例
3. 解析ツールの製造・販売元の動き
4. 最近のモデリング技術と解析技術の状況

最近では FEM における解析機能やソルバーの大幅な性能向上などの新しい動きが鈍くなっている。業界では CAD の会社とソルバーの会社の資本提携や買収などが顕著になっており、憂慮すべき事態である。

しかしながら、通常の構造物や部品の解析に関する現場への適用は着実に進行しており、技術の浸透という点では望ましい状況担ってきていることも事実である。

このような観点から、FEM の適用事例紹介、業界動向の詳細、モデリング技術の説明等の講演があった。

今後は、解析機能が 3 次元 CAD の機能の一部になる、メッシングが開発会社の技術の見せ所となる、解析技術は徐々に主役ではなくなっていくであろうといった見解が紹介された。

2. 懇親会を行った。

以上//

講演題目：「FEM解析の適用技術とFEM解析ツールの最近の動向」

講演： 古田秀博 株式会社横河技術情報 取締役

略歴：昭和 29 年和歌山県生まれ、昭和 52 年愛知工業大学卒業、昭和 54 年名古屋大学大学院修了、昭和 54 年横河橋梁製作所入社、昭和 59 年株式会社横河技術情報に転籍、平成 16 年株式会社横河技術情報・取締役、現在に至る。

キーワード： 鋼構造物、FEM、モデル化、解析ツール、

講演内容：

1. 鋼構造や合成構造への適用
2. 機械部品への適用事例
3. 解析ツールの製造・販売元の動き
4. 最近のモデリング技術と解析技術の状況




講演概要：

解析に関わる解析機能やソルバーの大幅な性能向上などの新しい動きが、ここ最近鈍いように感じている。聞こえてくるのは、CADの会社とソルバー関連の会社の資本提携や買収などの話ばかりである。残念な話ではあるが、通常の構造物や部品の解析に関するFEMの理論的な研究はある面で既に完成状態にあり、新しいテーマが見付からないことにも原因があるろう。ただし、このFEM解析を如何に現実の問題に適用していくかについて、現場での活動は着実に進行しており、技術の浸透という面では望ましい状況にあると思う。ここでは、技術的にはオーソドックスな機能を用いて特殊な構造物や部品を解析するための工夫点について事例を用いて説明する。さらに、解析ソフトウェアを製造・販売している会社の最近の動向、モデリングのための新しい手法、解析技術の改善などについて紹介する。

開催団体： 東海構造研究グループ(Study Group of Structures in Tokai)

東海構造研究グループは、官学民の枠を外し、土木構造に関するあらゆる領域について研究する団体です。構造に関する諸団体（官公署、企業）および構造に関する業務あるいは研究に携わる大学、個人により構成されています。立場を異にする会員間の相互理解や親睦を深めるのにも大きな役割を果たしています。昭和 53 年創立。年 6 回の定期研究会の他、3 つのワーキンググループ活動、特別講演会等を行っております




SGST定期研究会—FEM解析の適用技術とFEM
解析ツールの最近の動向—

- はじめに
- 本州四国連絡橋、Cosmos/M、CADによる統合化、ビジネスの転換
- 橋梁構造物の解析—最近の解析事例を基にしたモデル作成上の工夫点—
- 亀裂、溶接不良、合成構造、波型ウェーブ
- 他分野で解析事例—機械、医療、材料分野—
- モデリング、材料、非線形
- 多分野の考え方や技術を参考に

SGST定期研究会—FEM解析の適用技術とFEM
解析ツールの最近の動向—

- まとめ
- モデリング作業が最も工数を取る—>>この効率化の動きは速い
- 解析技術の動きは遅い—>>基礎技術の完成。
- FEMの実務への浸透は深まっている—>>操作性・理解性・モデリング作業の改善—>>一般的なツールへ

SGST定期研究会—FEM解析の適用技術とFEM
解析ツールの最近の動向—

- 事業環境—ソルバー、モデラー、開発会社の動き—  
- 技術の動き
- 会社の動き
- FortranからC++(オブジェクト指向)への乗り換え失敗
- 解析機能が3DソリッドCADの一機能へ
- 解析技術が主役でなくなる。資本金の差

人工関節固定器の応力解析

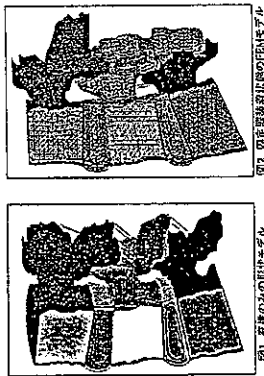


図1 骨頭の形状モデル

他分野で解析事例

機械、医療、材料分野

人工関節固定器の応力解析



図6 固定器周りの骨頭のVon-Mises応力分布

振動吸収ゴムダンパの応力解析

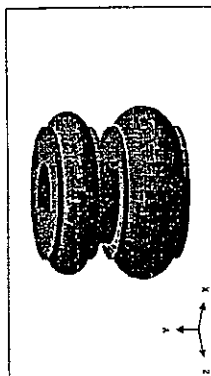


図1 全体モデル

ブレーキディスクの応力解析

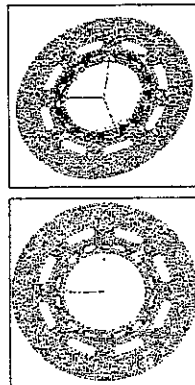


図1 メッシュ図

ブレーキディスクの応力解析



図1 メッシュ図

解析目的

- ① L3-5間の骨質を可動人工関節固定器を装着、固定器の骨質による変形、応力の差異を、直立、屈曲、伸張の3状態で比較する。
- ② 骨質の強度のみをモデル化、L3-5に人工骨質関節固定器を装着したモデルを1/2材料で、
- ③ 骨質は、0.01mmの厚さを示した骨質と肉質の二層構造による3次元CADでモデリング、人工関節固定器も3次元CADでモデリング、装着角度を指定して両者をアセンブル。
- ④ 骨質、人工関節固定器に面接触、接触面の摩擦係数は接触面の摩擦係数を使用、骨質と人工関節固定器の接合部、人工関節固定器の可動部には摩擦係数を設定。
- ⑤ 拘束条件は、L5下面を固定とし、列状面に拘束条件を設定。

人工関節固定器の応力解析

状態	体重	モーメント	腰椎圧力
直立	○	-	○
屈曲	○	正	○
伸張	○	負	○

表1 骨質に考慮した荷重の種類

⑥ 骨質は表1に示す荷重項目を考慮。

人工関節固定器の応力解析

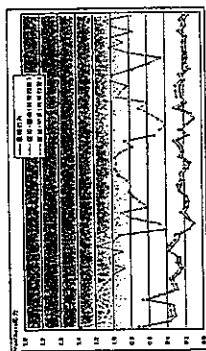


図4 固定器の骨質周囲の応力

振動吸収ゴムダンパの応力解析

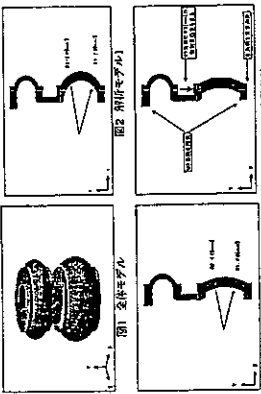


図1 全体モデル

図2 別視点モデル

図3 断面モデル

ブレーキディスクの応力解析

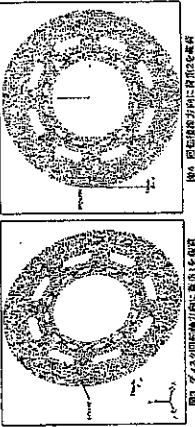


図1 固定器周りの骨頭のVon-Mises応力

図2 固定器周りの骨頭のVon-Mises応力

振動吸収ゴムダンパの応力解析

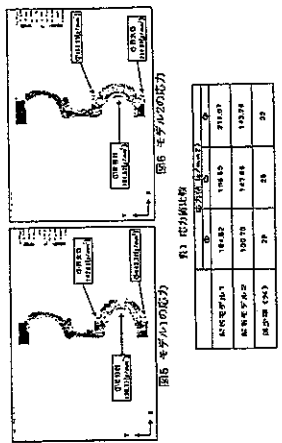


図1 メッシュの応力

図2 別視点

図3 断面モデル

状態	体重	モーメント	腰椎圧力
直立	○	-	○
屈曲	○	正	○
伸張	○	負	○

ブレーキディスクの応力解析

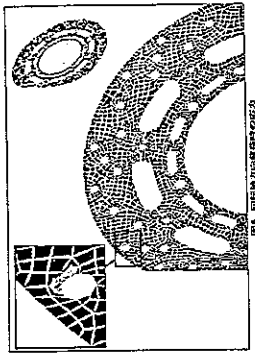


図1 固定器周りの骨頭のVon-Mises応力

図2 固定器周りの骨頭のVon-Mises応力

解析目的

- ① 材料特性を考慮した振動吸収ゴムダンパの応力解析を行う。形状の異なる2種類のモデルを併用し、発生応力の比較検討を行う。
- ② 下部のみ付け半径の異なる2つのモデルを使用する。(図1、2)
- ③ Mooney-Rivlin非線形モデルを使用する。
- ④ 上下端部を固定とし、中央部に強制変位を与える。(図4)
- ⑤ それぞれのモデルのVon-Mises応力分布および変形形状。(図5、6)
- ⑥ 下部のみ付けの3点に着目し、応力値を比較する。(表1)
- ⑦ 上部モデルに比べ、モデルは約50%応力値が低下することが確認できた。

振動吸収ゴムダンパの応力解析

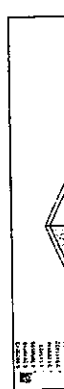
- ① 固定器を装着することにより、変形応力発生が生じていることがわかった。(図3)に固定時の応力分布図を示す。
- ② 固定器の骨質によるL3-5間の骨質周囲の応力変化グラフを図4、図5に示す(図中、骨=直立、伸=屈曲、伸=伸張)。このグラフにより、グラフが骨質の骨質、骨質の骨質を示す。このグラフにより、骨質の骨質を示す。このグラフにより、骨質の骨質を示す。
- ③ 固定器を装着する際の骨質の骨質を示す。このグラフにより、骨質の骨質を示す。このグラフにより、骨質の骨質を示す。
- ④ 固定器を装着する際の骨質の骨質を示す。このグラフにより、骨質の骨質を示す。このグラフにより、骨質の骨質を示す。
- ⑤ 固定器を装着する際の骨質の骨質を示す。このグラフにより、骨質の骨質を示す。このグラフにより、骨質の骨質を示す。

解析目的

- ① 結果を参考に用いられるブレーキディスクの応力解析を行う。2種類の骨質に対する異なる骨質の応力値を比較することを目的とする。
- ② 全体モデルを使用する。(図1)
- ③ ホール中心部を固定として拘束条件を設定する。(図2)
- ④ ディスク回転軸方向に荷重(1)を載荷する。(図3)
- ⑤ 回転軸方向に荷重(2)を載荷する。(図4)
- ⑥ それぞれの骨質での応力値および応力分布図を図5、6に示す。

ブレーキディスクの応力解析

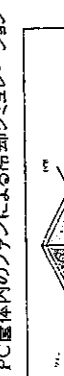
PC筐体内のファンによる冷却シミュレーション



解析目的

- ① PC筐体内のファンによる冷却シミュレーションを行う。

PC筐体内のファンによる冷却シミュレーション



解析目的

- ① PC筐体内のファンによる冷却シミュレーションを行う。



図1 モデル網

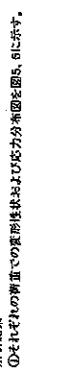
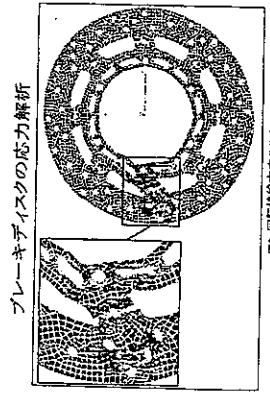
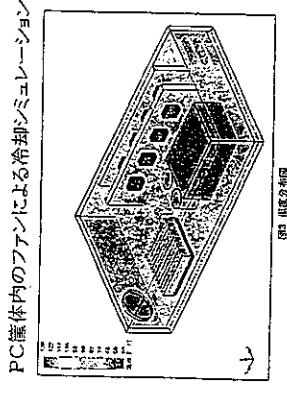


図2 ホールモデルを重心位置で切り出した状態



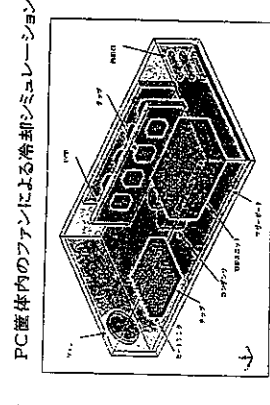
ブレードディスクの応力解析

図26 回転係数方向の応力分布



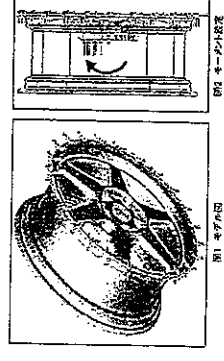
PC筐体内のファンによる冷却シミュレーション

図27 回転係数方向



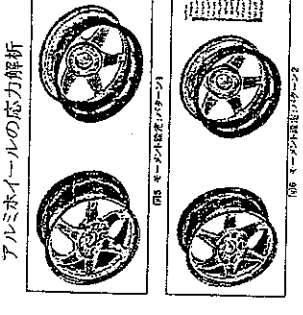
PC筐体内のファンによる冷却シミュレーション

図28 PCケースファン



アルミホールの応力解析

図31 モデル網



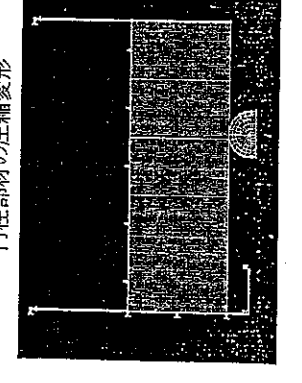
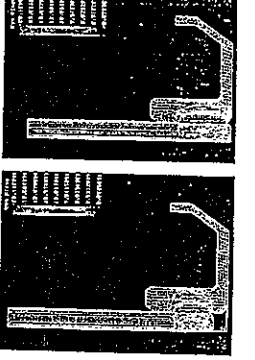
アルミホールの応力解析

図33 モード1固定/フリー

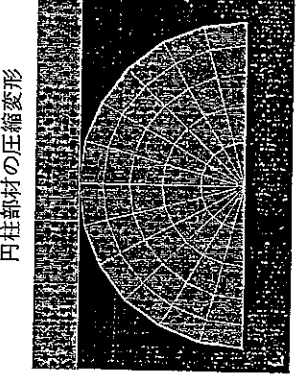
図34 モード2固定/フリー

圧入解析モデル(2次元軸対称要素)

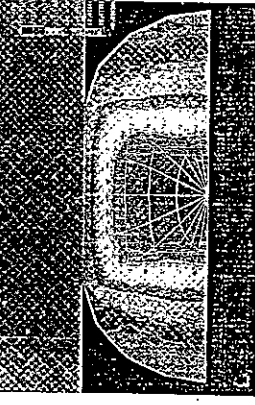
圧入過渡(左:fig_43; 右:fig_44)



円柱部材の圧縮変形



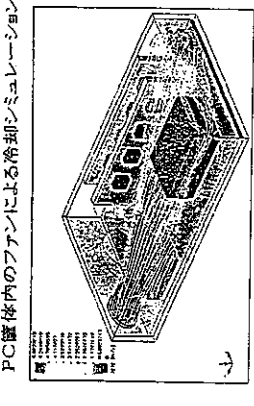
円柱部材の圧縮変形



円柱部材の圧縮変形

PC筐体内のファンによる冷却シミュレーション

- 解析目的
- ① PC筐体内のファンによる冷却シミュレーションを行う。
 - ② 吸入ファンおよび排出口を有するPC筐体を解析対象とする(図1)。
 - ③ 筐体内の流体場を計算する。
 - ④ アップ、コンデンサ、電源ユニットに発生する熱を計算する。
- 解析結果
- ① 冷却効率を評価する。
 - ② 冷却効率を評価する。
 - ③ 冷却効率を評価する。
 - ④ 冷却効率を評価する。

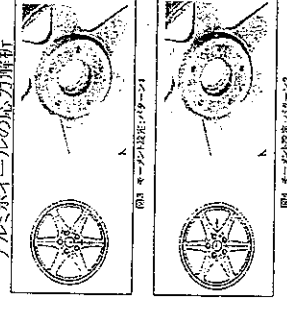


PC筐体内のファンによる冷却シミュレーション

図29 回転係数方向

アルミホールの応力解析

- 解析目的
- ① 吸入状態を想定した荷重、拘束条件を設定し、設計段階にておおよそ的な応力分布、変形状態を把握することを目的とする。
- 解析条件
- ① 外部から固定された状態のホールの応力解析とする。(図1)
 - ② 全体ディメンションの境界面にモーメント力を設定する。(図2)
 - ③ 2ヶ所のモーメント力を設定する。(図3、4)
- モーメントバラン: 1本のアームでモーメント力を伝達
- ① モーメントバラン: 2本のアームでモーメント力を伝達
- 解析結果
- ① それぞれのモーメントバランに対応したVon-Mises応力分布図を生成する。
 - ② 生成したVon-Mises応力分布図を参照することにより、モデルの設計改善を容易に行うことができる。

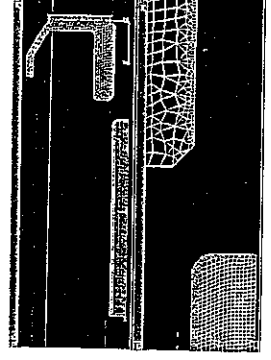


アルミホールの応力解析

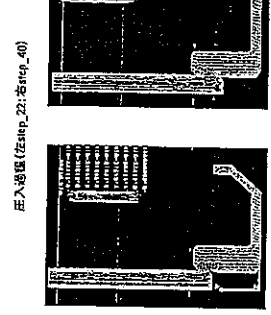
図30 モード1固定/フリー

図31 モード2固定/フリー

圧入解析モデル(2次元軸対称要素)

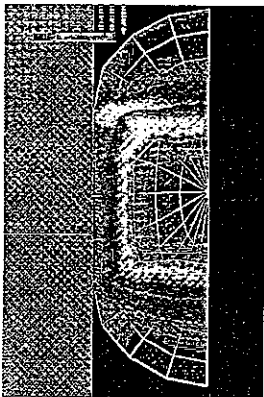


圧入解析モデル(2次元軸対称要素)

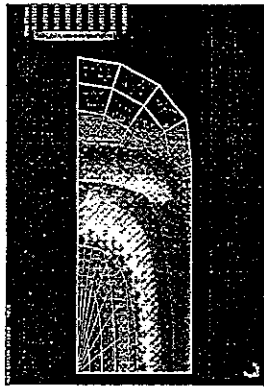


圧入過渡(左:fig_23; 右:fig_40)

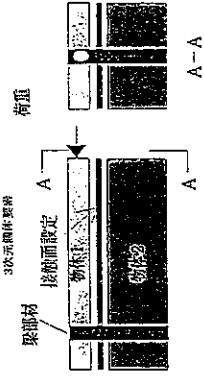
円柱部材の圧縮変形



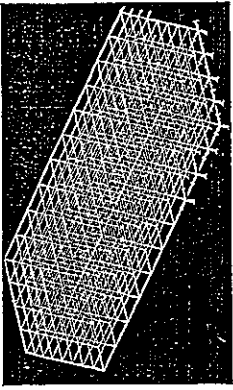
円柱部材の圧縮変形



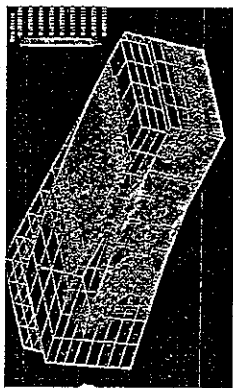
重ね合わせ問題の解析モデル



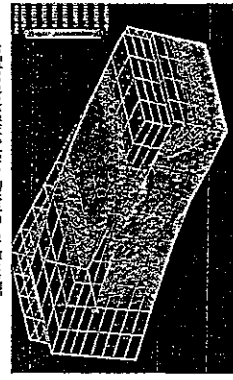
重ね合わせ問題の解析モデル



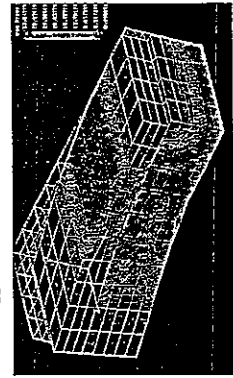
重ね合わせ問題の解析結果(step.1)



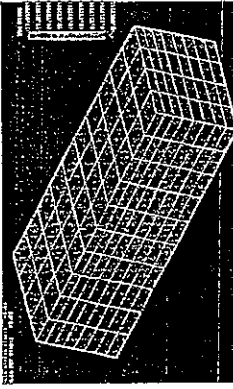
重ね合わせ問題の解析結果(step.4)



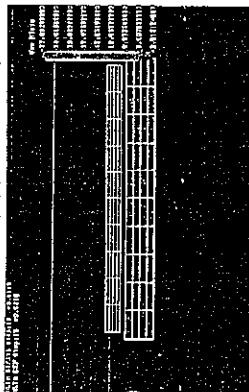
重ね合わせ問題の解析結果(step.7)



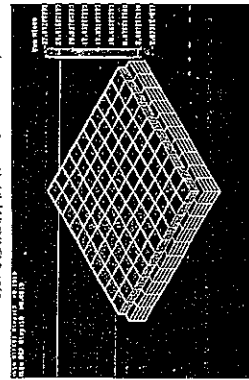
重ね合わせ問題の解析結果(アニメーション)



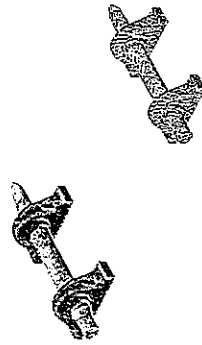
動的接触解析(アニメーション)



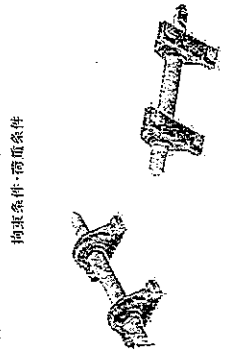
動的接触解析(アニメーション)



立体組み合わせ部材の接触解析(モデル図)

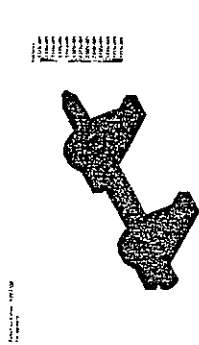


立体組み合わせ部材の接触解析(モデル図)



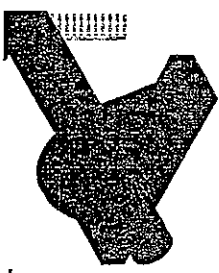
立体組み合わせ部材の接触解析(モデル図)

応力・変形アニメーション(von Mises)

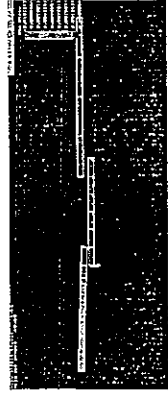


立体組み合わせ部材の接触解析(モデル図)

応力・変形アニメーション(von Mises)拡大図



多段階接触



他分野で解析事例(終了)

会社一筋技術一歩印へ

RC橋脚と桁剛結部の解析

解析目的

・ 鋼桁とRC橋脚間でのスリップシミュレーションを介した剛結部での

RC橋脚と桁剛結部の解析

解析モデル図(全米)

RC橋脚と桁剛結部の解析

・ 第一コンクリートのモデル化

橋梁構造物の解析

最近の解析事例を基にしたモデル作成上の工夫点

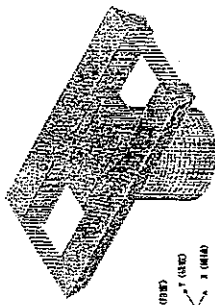
1/11 鋼橋列技術情報

RC橋脚と桁剛結部の解析

- 解析目的
 - 鋼桁とRC橋脚間でのスタッドジベルを介した剛接合部での応力伝達の把握
- 解析モデル
 - 主桁、橋脚、ダイヤフラム、ジベル要素
 - 基礎コンクリート、RC橋脚、リッド要素
 - リブ、補剛材：梁要素
 - 鉄筋：トラス要素
 - スタッドジベル、ハネ要素
 - 鋼板とコンクリートの境界：接触要素

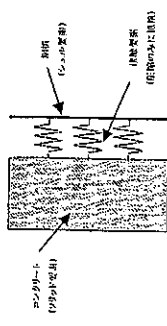
RC橋脚と桁剛結部の解析

- 解析モデル図(全形)



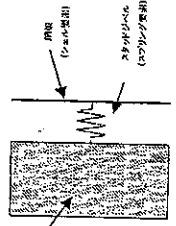
RC橋脚と桁剛結部の解析

- 解析モデル図(全形)



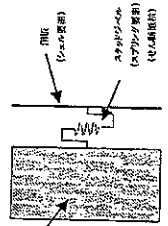
RC橋脚と桁剛結部の解析

- スタッドジベルのモデル化(軸方向)



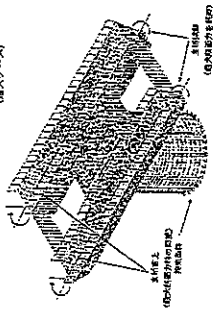
RC橋脚と桁剛結部の解析

- スタッドジベルのモデル化(せん断方向)



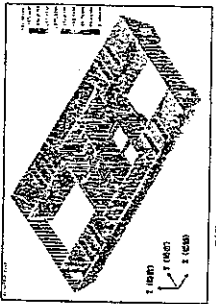
RC橋脚と桁剛結部の解析

- 荷重載荷(2)



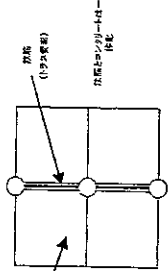
RC橋脚と桁剛結部の解析

- 解析結果(1) 鋼材の応力分布



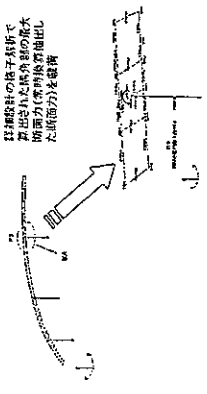
RC橋脚と桁剛結部の解析

- 鉄筋のモデル化



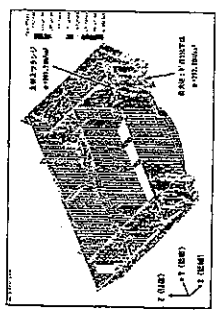
RC橋脚と桁剛結部の解析

- 荷重載荷(1)



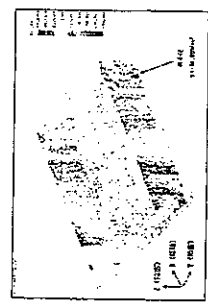
RC橋脚と桁剛結部の解析

- 解析結果(2) 鋼材剛結部の応力分布図



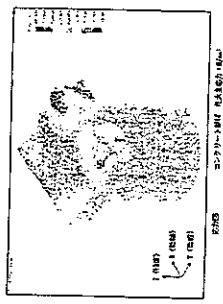
RC橋脚と桁剛結部の解析

- 解析結果(3) 鋼材剛結部の応力分布図



RC橋脚と桁剛結部の解析

- 解析結果(4) コンクリート部



RC橋脚と桁剛結部の解析

- 解析結果(5) 鉄筋、スタッドジベルの力

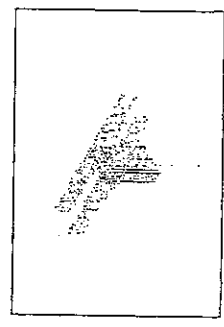
F-1000 (1000kN)		F-1000 (1000kN)		F-1000 (1000kN)	
項目	値	項目	値	項目	値
RC	1000	RC	1000	RC	1000
コンクリート部	1000	コンクリート部	1000	コンクリート部	1000
鉄筋部	1000	鉄筋部	1000	鉄筋部	1000
スタッドジベル部	1000	スタッドジベル部	1000	スタッドジベル部	1000

支間全体をモデル化した複合構造

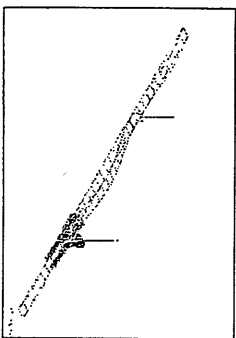
- 解析目的
 - スタッドジベルを介した鋼-コンクリート複合構造の応力伝達の把握
- 解析モデル
 - 主桁、橋脚：シェル要素
 - コンクリート橋脚：リッド要素
 - スタッドジベル：ハネ要素

支間全体をモデル化した複合構造

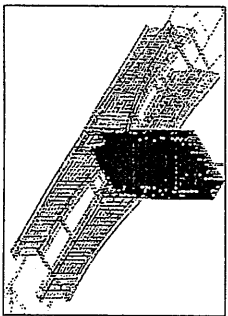
- 解析モデル図(拡大図)



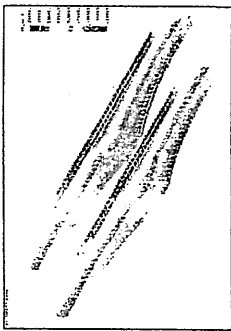
支間全体をモデル化した核合構造
解析結果：全体雲形図



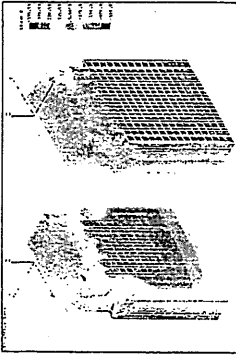
支間全体をモデル化した核合構造
解析結果：着目部雲形図



支間全体をモデル化した核合構造
解析結果：主桁橋軸方向応力

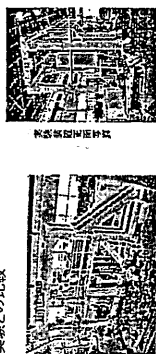


支間全体をモデル化した核合構造
解析結果：コンクリート鉛直方向応力

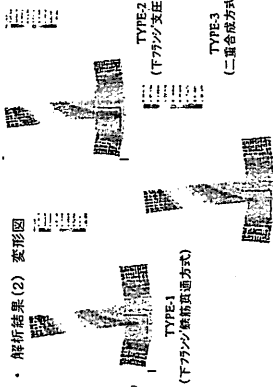


鋼閉断面複合ラーメン橋剛結部

- 解析目的
 - 閉断面箱桁形式の複合ラーメン橋の再現
 - 鋼主桁とRC橋脚との剛結部における応力伝達
 - 実験との比較



鋼閉断面複合ラーメン橋剛結部

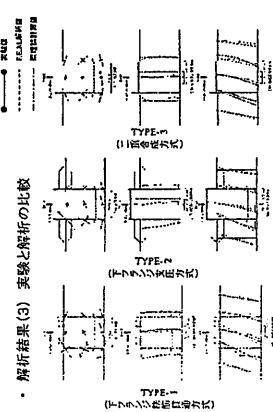


鋼閉断面複合ラーメン橋剛結部

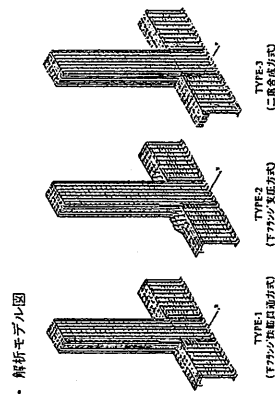
- 解析モデル
 - 線形静解析、1/2対称モデル、
 - 鋼接部：シェル要素、鉄筋：トラス要素、コンクリート：リップ
 - トラス要素（鋼材とコンクリートは剛結）

解析結果	解析結果	解析結果	解析結果
TYPE 1 (下フランジ鉄筋直置方式)	TYPE 2 (フランジ実直方式)	TYPE 3 (二重合成方式)	TYPE 4 (二重合成方式)

鋼閉断面複合ラーメン橋剛結部

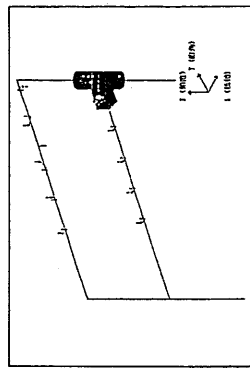


鋼閉断面複合ラーメン橋剛結部

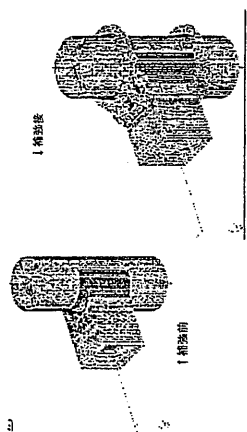


円柱鋼製橋脚の補強解析

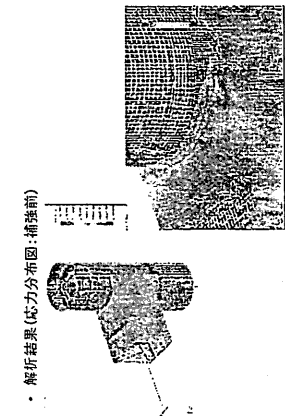
- 解析目的
 - 円柱鋼製橋脚の補強効果を解析により確認する。
- 解析モデル
 - 着目部である隅角部付近の鋼板部はシェル要素、非着目部および補強脚の支圧ボルトは梁要素でモデル化
 - 荷重は支床を介した上部工を含む6倍荷重で比較



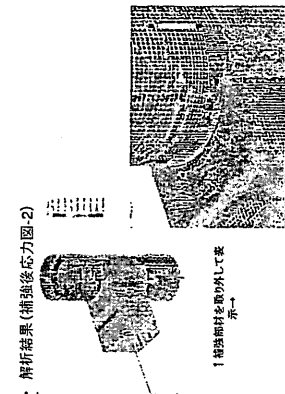
円柱鋼製橋脚の補強解析



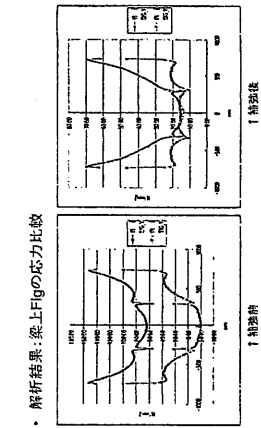
円柱鋼製橋脚の補強解析



円柱鋼製橋脚の補強解析

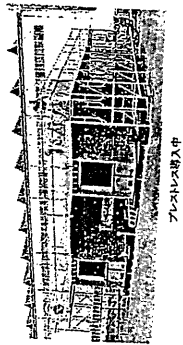


円柱鋼製橋脚の補強解析



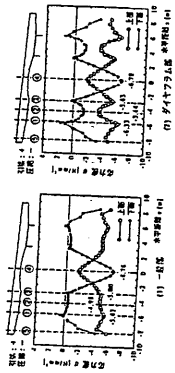
鋼箱桁橋によるPC床版

- ・ 実験時の様子



鋼箱桁橋によるPC床版

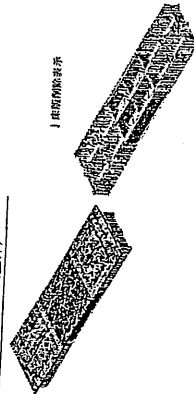
- ・ 解析結果(1)



有効応力度(実験モデル)

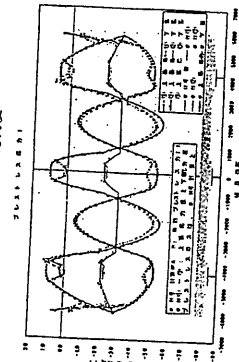
PC鋼材緊張時の横桁・横構拘束による影響

- ・ 解析モデル図(全体)



PC鋼材緊張時の横桁・横構拘束による影響

- ・ 解析結果(4) 床版プレストレス応力度

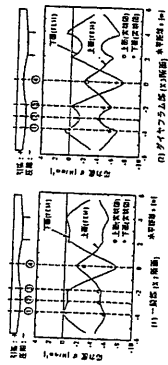


鋼箱桁橋によるPC床版

- ・ 解析目的
 - PC鋼材の有効緊張力による床版応力性状の検討
- ・ 解析モデル
 - 鋼箱材(主桁・横桁・垂直補剛材)はシェル要素、コンクリートはリッド要素、PC鋼材は梁要素でモデル化し、鉄筋、頭付きスタッドはモデル化なし。
 - 鋼-コンクリートの付着は節点非着による剛降。
 - 境界条件は、床版モデル化した格子解析によるプレストレス導入での変位とFEM境界変位が一致するように設定。

鋼箱桁橋によるPC床版

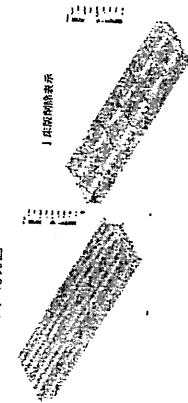
- ・ 解析結果(2)



有効応力度(実験モデル)

PC鋼材緊張時の横桁・横構拘束による影響

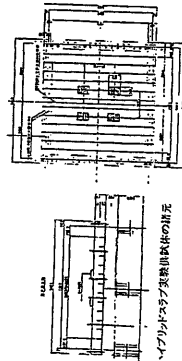
- ・ 解析結果(1) 応力図



ハイブリッドスラブ合成床版

- ・ 解析目的

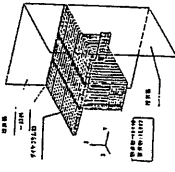
- ハイブリッドスラブの完成までの構造特性の把握



ハイブリッドスラブ完成時鋼材体の出先

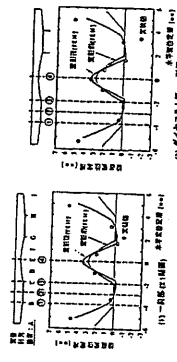
鋼箱桁橋によるPC床版

- ・ 荷重条件
 - 有効引張力(556.4kN)を温度荷重で導入。
- ・ 解析モデル図(実験供試体モデル)



鋼箱桁橋によるPC床版

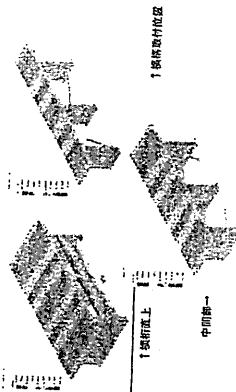
- ・ 解析結果(3)



有効応力度(実験供試体モデル)

PC鋼材緊張時の横桁・横構拘束による影響

- ・ 解析結果(2) 応力図



中間部

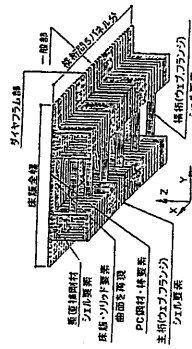
ハイブリッドスラブ合成床版

- ・ 解析モデル

- 鉄材ケース
 - ①完成系⇒コンクリート床版全断面有効
 - ②完成系⇒引張側断面無効
- 底鋼板、リブ:シェル要素、コンクリート:リッド要素
- 鋼-コンクリートの付着は剛降
- 床版の中立軸は、断面中心で仮定(引張側断面無効ケースは、中立軸より下側を引張側断面と仮定)
- 支持条件は、四辺単純支持

鋼箱桁橋によるPC床版

- ・ 解析モデル図(実験モデル)



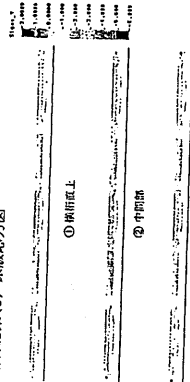
断面数:3,4,2,6,6;要素数:34,400

PC鋼材緊張時の横桁・横構拘束による影響

- ・ 解析目的
 - 箇所打ちPC床版のPC鋼材緊張時における横桁・横構による拘束の影響度を調べ
- ・ 解析モデル
 - 床版:リッド要素
 - 主桁・横桁:著目部横桁・ガレット・垂直補剛材
 - 著目部以外の横桁:梁要素
 - PC鋼材:トラス要素
 - 床版と主桁上フランジは完全剛

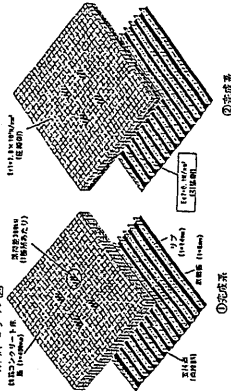
PC鋼材緊張時の横桁・横構拘束による影響

- ・ 解析結果(3) 床版応力図



ハイブリッドスラブ合成床版

- ・ 解析モデル図

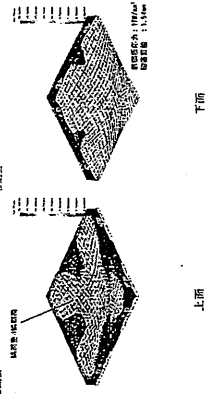


①完成系

②完成系

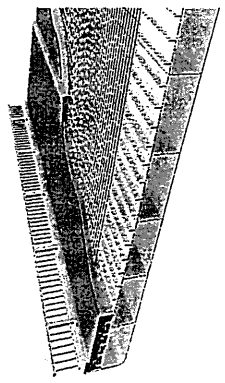
ハイブリッドスラブ合成床版

- 解析結果(1) 変形図と応力図: ①完成系



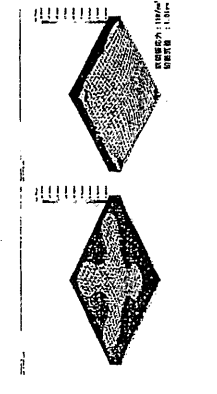
上面 下面

パワーブリッジ(合成床版橋)



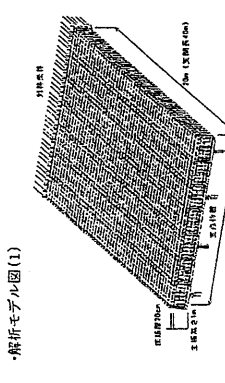
ハイブリッドスラブ合成床版

- 解析結果(2) 変形図と応力図: ①完成系



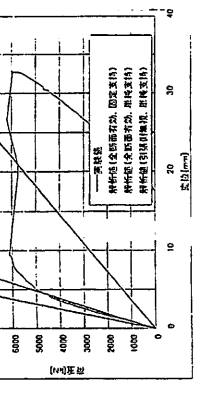
上面 下面

パワーブリッジ(合成床版橋)



ハイブリッドスラブ合成床版

- 解析結果(3) 荷重-変位グラフ

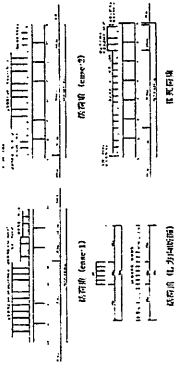


パワーブリッジ(合成床版橋)

- 解析目的
 - 合成前後での主桁作用による各部材の応力性状の調査
- 解析モデル
 - 鋼材: 4節点シェル要素
 - コンクリート: 8節点リット要素
 - 鋼-コンクリートの付着は考慮せず
 - 孔明け部はモデル化せず

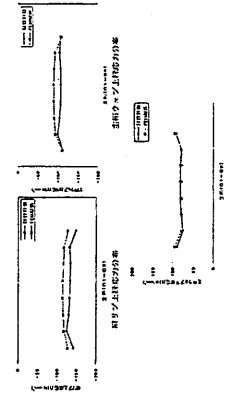
パワーブリッジ(合成床版橋)

- 荷重条件
 - 合成前断面: 鋼材自重、前死荷重(コンクリート)
 - 合成後断面: 鋼材-コンクリート自重、L荷重(2ケース)、後死荷重



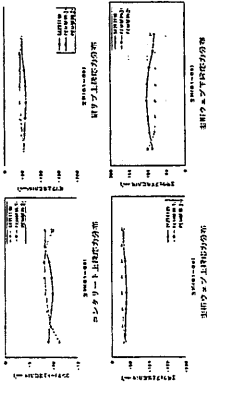
パワーブリッジ(合成床版橋)

- 解析結果(1) 支間中央部での応力



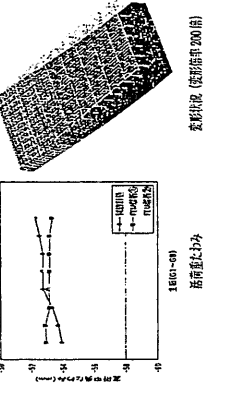
パワーブリッジ(合成床版橋)

- 解析結果(2) 支間中央部での応力



パワーブリッジ(合成床版橋)

- 解析結果(3) 変形性状



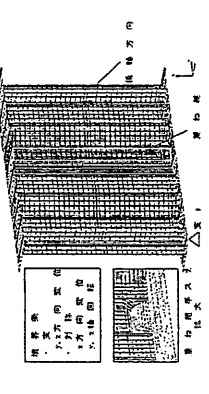
パワーブリッジ(合成床版橋)

- 考察
 - FEM解析の応力値は、試験計値(格子計値)の80-90%の値であり、試験計値が安全側の設計となっている。
 - 中立軸位置や活荷重たわみも試験計とほぼ同じであるから妥当な解析であると考える。
 - 外桁近傍でFEMの応力が高いのは、下フランジでの応力伝達を加味した結果である事と推察される。

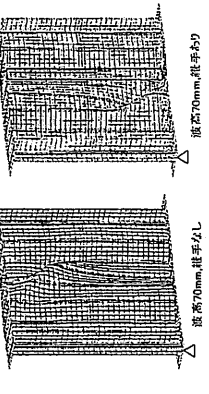
波形ウェブせん断座屈耐力

- 解析目的
 - 波形ウェブのせん断座屈耐力を弾塑性有限変位解析により検証
- 解析モデルの概要
 - 4節点シェル要素
 - 実験試体の1/2対称モデル
 - 波高70mm, 20mmおよび推手有無の4ケース
 - 初期不整: 橋軸方向・桁高方向に正弦波で考慮
 - Von Mises降伏条件、 $E_t = E/100$
 - 実験時の載荷点に強制変位

波形ウェブせん断座屈耐力



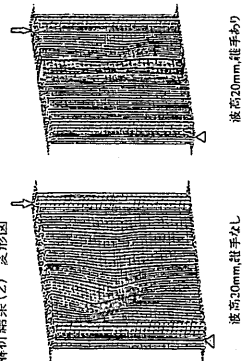
波形ウェブせん断座屈耐力





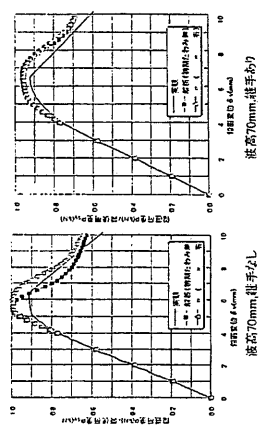
波形ウェブせん断座屈耐力

・ 解析結果(2) 変形図



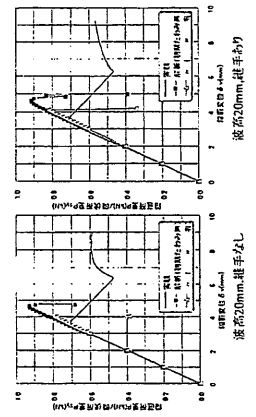
波形ウェブせん断座屈耐力

・ 荷重と拘束変位の関係(1)



波形ウェブせん断座屈耐力

・ 荷重と拘束変位の関係(2)

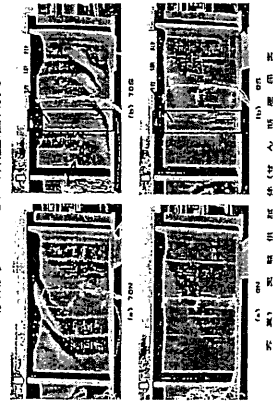


波形ウェブせん断座屈耐力

・ 荷重と拘束変位の関係(3)

解析モデル	解析結果		実験結果
	初期たわみ率	初期たわみ荷	
高さ70mm, 継手なし	1.00	1.00	0.92
高さ70mm, 継手あり	0.96	0.96	0.92
高さ20mm, 継手なし	0.99	0.79	0.71
高さ20mm, 継手あり	0.91	0.83	0.72

波形ウェブせん断座屈耐力



橋梁構造物の解析(終了)

有難うございました。

橋梁系解析事例へ
 2/11 新潟河川技術情報