

解析雑誌

Vol.3 2001.5

Journal of Analytical Engineering

【 Topics 】

- 構造解析ASPサービス、近日オープン
- 鉄道構造物の耐震照査プログラム
ASCARS

【 Lecture 】

- 設計用入力地震動作成手法入門

【 Technical Reports 】

- 機械振動による周辺地盤振動の
解析的予測
- 通信施設の地震リスクに関する研究
- 桁間衝突の解析結果に対する影響



ご 挨拶

最近、米国を始めとして情報技術（ＩＴ）関連企業の業績や株価が調整期に入り、ＩＴバブルの崩壊論が取り沙汰されています。これはＩＴのハード及びソフトを生産・供給する企業サイドに生じている調整局面であり、ユーザーサイドにおいてＩＴの活用は企業競争力の強化や生活の利便性向上のため、引き続きますます活用が求められて来ています。

実際に２００１年度の主要企業の設備投資計画では、投資総額が七兆七千二百億円で前年度比８．９％減となっている中で、情報化投資に関しては七千二百億円で前年度比１２．２％増となっております。

これなどは、不況期だからむしろ積極的にＩＴを活用して行くことで不況に立ち向かうべきであるとの考え方の現れといえます。

ＩＴを活用した経営管理手法としては、盛んに言われているＢＰＲ、ＥＲＰ、ＣＭＲなどのような基幹業務管理システムが挙げられます。また最近では知識データベースやイントラネットシステムの仕組みによって情報（顧客情報、製品情報、技術情報）の知識化を進め経営に役立てるナレッジマネジメント（ＫＭ）もＩＴを活用した経営手法として有効性が明らかになってきています。

ナレッジマネジメントには知識・経験の共有／活用が不可欠ではありますが、情報の共有化それ自体ではなく、ナレッジとナレッジのぶつかり合いから新たな知を創造することの方に重きがあります。

この様に現場においてナレッジの蓄積と活用がますます求められてきているなかで私どもは、お客様との継続的なナレッジ共有をめざし、解析技術情報の受・発信の場として、この【解析雑誌】を活用して行きたいと思っています。一層のご支援とご鞭撻のほど宜しくお願い致します。

2001 年 5 月吉日

解析技術本部 技術部長 伊藤和郎

解析雑誌 Vol.3 2001.5 目次

ご挨拶	伊藤和郎	02
Topic 1		04
構造解析ASPサービス、近日オープン		
Topic 2		06
鉄道構造物の耐震照査プログラム ‘ASCARS’		
Lecture		09
設計用入力地震動作成手法入門	山本一美	
Technical Report 1		13
■機械振動による周辺地盤振動の解析的予測		
西村忠典・内山不二男		
Technical Report 2		17
■通信施設の地震リスクに関する研究		
吉田献一・樋口聖子・奥田賢持・木村榮一・赤木久眞・笠木昭人・村地由子・齋藤博・青山武士		
Technical Report 3		23
■桁間衝突の解析結果に対する影響		
佐藤 壮・渡辺 一彦		
解析雑誌 読者アンケートのお願い		30
お問い合わせはこちらへ		31

構造解析 ASP サービス、近日オープン

構造計画研究所（以下 KKE）は、お客様が抱えておられる工学上の諸問題の解決をお手伝いするなかで、解析ソフトウェアパッケージ販売、受託解析サービス、システム開発サービスなど様々な形態のサービスをご提供してまいりました。

この度、より多くの皆様に KKE の解析パッケージを活用していただけるよう、東急建設（株）殿、アイジェニーインターナショナルコーポレーション（株）殿と KKE の 3 社共同で、インターネットや公衆回線による構造解析 ASP（アプリケーション・サービス・プロバイダー）サービスを開始する運びになりました。

これにより、KKE の構造解析ソフトを気軽に、必要なときに必要なだけ、高速大容量ハード上でご利用いただけるようになります。

当面は、既存のパッケージRESPシリーズの中で特に多大なコンピュータ・パワーを必要とする大規模解析を扱う大型パッケージを対象に公開をしてまいります。また提携先のアプリケーションについても、今後協議の上公開をして行きたいと考えています。

現在計画中の ASP サービスの概要は右の通りで

す。詳細はお問い合わせください（P31）。

●サービス開始時期

平成13年5月予定

●サービスアプリケーション

RESP-F3D

RESP-T

●利用方法

公衆回線によるダイヤルアップ

インターネット接続

オンサイト

●ハードウェア構成

IBM RS/6000 SP(分散記憶方式の超並列スカラー型コンピュータ)

CPU: 0.64 Gflops (SP2)

: 0.8 Gflops×2 (SP3)

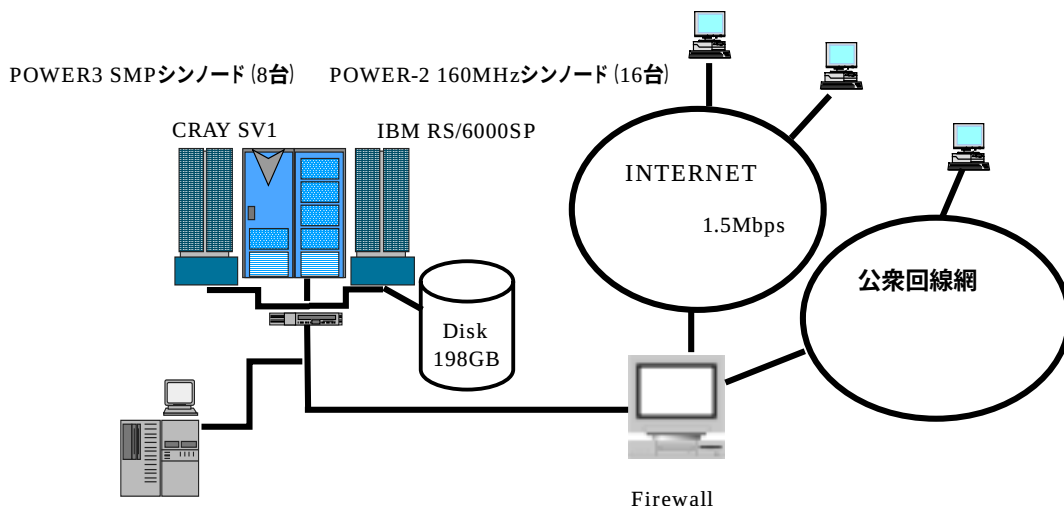
Memory: 512 MB

Disk: 9 GB/Node

●その他

セキュアIDカードを利用することにより高いセキュリティを確保します。

利用料金体系はお客様の利用形態に合わせてお選び頂けます。

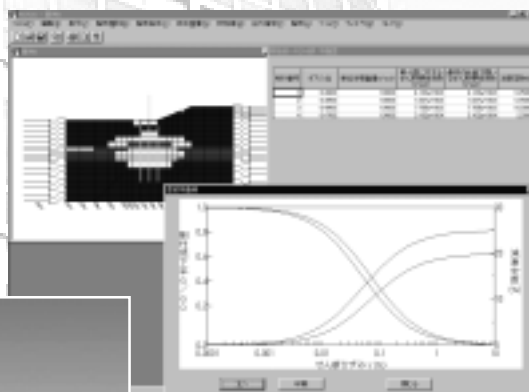
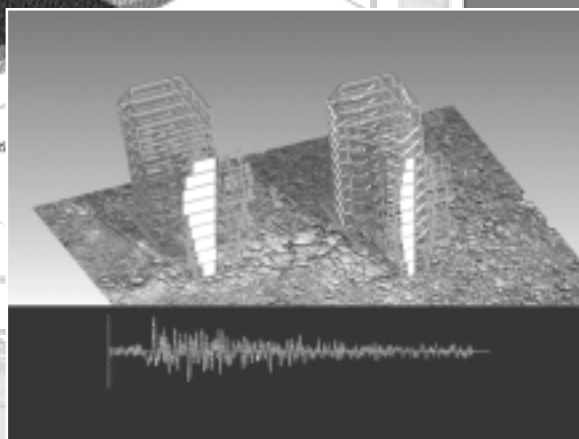
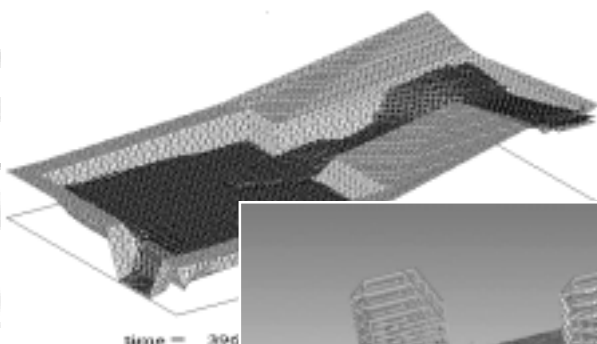


構造解析 ASP サービスの構成図

タイムリーに、 チャレンジングに。

構造計画研究所の 解析コンサルティングサービス

建設各分野での解析技術に対するニーズは変化し続けています。
構造計画研究所は40年近くもの間、これらのニーズにタイムリーに
チャレンジングにお応えしてまいりました。
蓄積されたノウハウと新たな問題を解決していくスキルを
是非ご活用ください。



- 建築・土木の各種構造物の耐震解析
- 免震・制振構造の地震応答解析
- 地盤と構造物の相互作用解析
- 地盤の安定解析
- 設計用入力地震動評価
- リスク評価
- ビル風・室内空調シミュレーション
- 地下浸透流解析
- 河川・海域流況解析
- ほか

鉄道構造物の耐震照査プログラム ‘ASCARS’

ASCARS は、(財) 鉄道総合技術研究所殿と KKE の共同開発による、「鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計 (平成 11 年 10 月)」準拠の、橋脚および高架橋の耐震性能 (部材の損傷レベル) を照査するプログラムです。現在バージョン 1 がリリースされており、次バージョンの開発も進められています。ここではその概要と今後の開発予定などを紹介します。

1. 開発の目的

平成 11 年 10 月に「鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計」(以下 耐震標準と略す) が発行されました。この耐震標準では、大地震時には部材の損傷を許容し、どの程度の損傷にとどめるかを設計するという画期的な基本方針を採用しています。このため、高度な耐震解析とその結果を用いた部材毎の損傷レベルの照査が設計手順の中で不可欠となり、これらの機能を有する設計支援プログラムを開発する必要が生じました。

ASCARS 開発の目的はこの新しい耐震標準による設計を支援することにあります。耐震標準による設計本来の目標である「性能設計」により多くの検討時間をかけられるように、できるだけ自動計算機能を盛り込み、設計者の負担を軽減することを目的としています。

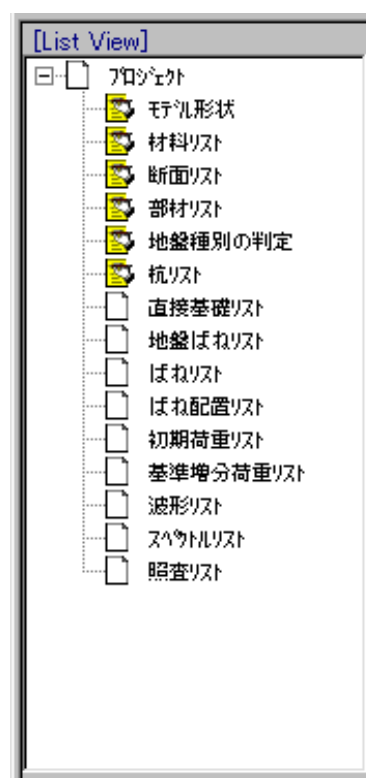
2. 計算機能

2.1 機能概要・モデル化

ASCARS では鉄道構造物を 2 次元の骨組み構造としてモデル化し、非線形スペクトル法または時刻歴動的解析法により地震動に対する応答値を算定し、部材毎の損傷レベルを求めます。

2.2 入力

データは、リストビューをクリックして表示される各種入力画面で入力します。また、単独橋脚、ラーメン高架橋ではウィザードに従って順次データを入力してゆくことが出来るため、データ入力の漏れやエラーを少なくすることが出来ます。



入力データのリストビュー

データ入力の段階で、便利な自動計算機能が用意されています。

- (1) 地盤の固有周期の計算と地盤種別の判定
- (2) 杭の特性値・設計地盤反力係数など

これらはデータ入力画面の自動計算ボタンをクリックするとその場で計算されます。さらに地盤反力係数は準備計算の初期段階で、離散化した地盤バネに自動的に変換され、解析モデルに反映します。

解析モデルとしての要素分割も半自動化されています。ユーザーは、柱・はり・フーチング・杭といった単位で部材データを入力し、これをハンチや鉄筋の段落しに応じて「区間」分けの指定を行い、杭などのように更に細かい要素分割が必要な場合は「区間の分割」を指定できます。汎用解析プログラムのようにすべての節点・要素データを入力しなくて済みます。

層号	層厚(m)	γ_i (kN/m³)	V_{sdi} (km/sec)
1	1.800	15.00	145.0
2	3.000	15.00	145.0
3	5.000	18.00	168.0
4	8.000	16.00	183.0
5	4.000	16.00	231.0
6	1.000	20.00	251.0
7	0.000	0.00	0.0
8	0.000	0.00	0.0
9	0.000	0.00	0.0
10	0.000	0.00	0.0

自動計算ボタンを有する入力画面

2.3 準備計算

ASCARS の準備計算フェーズでは、部材の非線形特

性 (M- ϕ)、照査用パラメータ (θ_{yd} , θ_{md} , θ_{nd} , V_{yd} , M_{yd})などを自動計算します。

これらを計算するために、まず構造物の予備構造解析を行い、部材に生じる軸力をあらかじめ計算します。これを用いて部材の M-N インタラクションを考慮した非線形の復元力特性を計算します。続いてプッシュオーバー解析を行い、部材ごとに破壊モードを判定し、損傷する場合には損傷レベル限界変位を計算します。

2.4 応答計算

ユーザー指定により、所要降伏震度スペクトルを用いた非線形スペクトル法または時刻歴非線形解析による動的解析を行い、応答変位他を計算します。

2.5 照査

耐震標準に準拠して応答塑性率、降伏震度、降伏変位などを計算し、部材単位で損傷レベルおよびせん断・曲げに関する照査を行ないます。

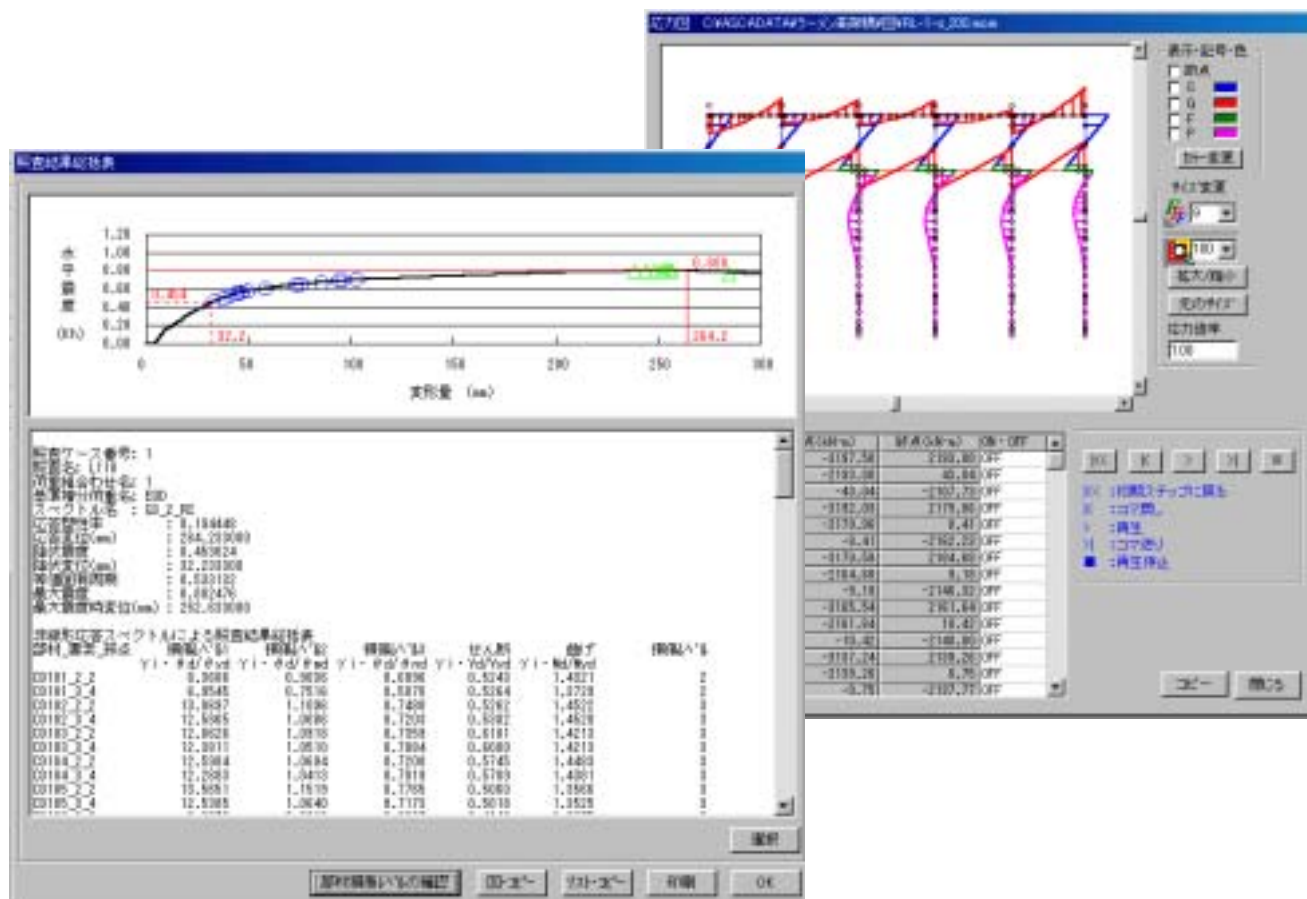
ASCARS の最大の利点は照査を自動的に行なう点にあります。さらに、複数の照査条件を並べて連続計算できます。一般的に耐震標準で照査を行なう場合、地盤の支持力係数 α_f 、材料の修正係数 ρ_m などのパラメータを違って複数の解析、照査を行なう必要があるため、この作業の自動化は設計の省力化に大きく貢献できると考えています。

部材番号	断面番号	コンクリート強度 (fck)	軸力計算用	弯矩計算用	塑性ヒンジ長さ (mm)
1	1	28.00	D22,150	D22,150	0.70
2	2	28.00	D22,150	D22,150	0.70
3	3	28.00	D16,150	D16,150	0.70
4	4	28.00	D16,150	D16,150	0.70

部材の詳細情報入力画面

ASCARS は現在、RC の単独橋脚およびラーメン高架橋を対象としています。次のバージョンでは鋼製部材（鋼管杭も含む）の取り扱いや応答変位法の機能がオ

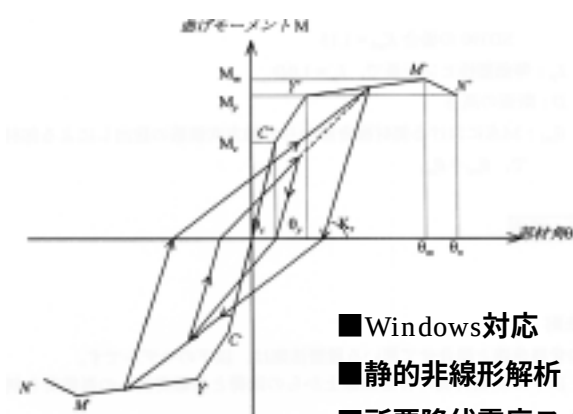
この後もユーザーの皆様からのご要望を反映し、使いやすさに関する改造などバージョンアップを継続し、設計プログラムとしての充実を図って参ります。



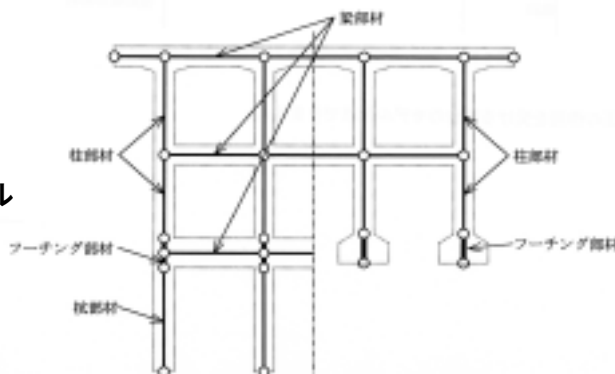
鉄道構造物等の耐震性能照査プログラム

Assessment Program for Seismic Capacity of Railway Structure

ASCARS



- 部材の損傷レベルによる耐震性能チェック
■テトラリニア対応



ASCARS は (財) 鉄道総合技術研究所と (株) 構造計画研究所の協同開発商品です。

【技術解説】

設計用入力地震動作成手法入門

解析営業部 山本一美

平成12年6月施行の建築基準法改正において、「超高層建築物の構造耐力上の安全性を確かめるための基準」で、入力地震動の大きさを設定するために解放工学的基盤における加速度応答スペクトルが定められました。また、限界耐力計算法においても、解放工学的基盤で地震動レベル（加速度応答スペクトル）を規定し、表層地盤の増幅特性を考慮した地震荷重を設定するといった考え方が取り込まれています。建築基準法に設計用応答スペクトルが明記されたことや、仕様設計から性能設計への移行の流れの中で、超高層建築物以外の構造物の設計業務においても設計用入力地震動を作成して構造物の振動解析を行う機会が増えています。また性能設計では、構造物自体の耐震性能評価だけではなく、建設地点周辺の地震環境等を考慮した地震荷重の設定も重要な検討項目となります。

ここでは、上記の背景を踏まえて、建築設計における設計用入力地震動の作成手法に関する概要をご紹介します。

尚、設計用地震動作成からの耐震設計は、性能照査型設計・限界状態設計法を指向する橋梁等の土木分野でも必要性の認識が高まっています。詳細な方法論には違いがありますが、必要性和処理の流れは分野によらず共通と考えてよいでしょう。

1. 設計用入力地震動の設定

設計用入力地震動の設定方法は、以下に示すような方法が主に用いられています。

- ①指針等による地震動強さを用いる。
- ②建設地点毎に個別に評価する。

指針等による地震動強さを用いる方法は、大きく分けて、既往の強震観測波形（EL CENTRO 波、八戸波等）を補正して用いる方法と指針等（建築基準法、道路橋示方書等）により定められた応答スペクトルに適合する模擬地震波を作成する（応答スペクトルに適合した模擬地震波が地震波形データとして提供される場合もある）方法が慣用的に用いられます。

建築構造物（高層建築物、免震建築物）を対象とした建築センターの評定では、強震観測波形の最大速度をあるレベル（例えば、レベル1で 25cm/sec、レベル2で 50cm/sec）になるよう補正して用いています。また、最近では建築基準法改正により新たに定められた応答スペクトルに適合する模擬地震波を作成し、その地震波を工学的基盤における入力地震動として用いています。

2. 建設地点における地震環境の評価

次に、建設地点周辺の地震環境を個別に評価し、設計用入力地震動を設定する方法について示します。

入力地震動を設定するためには、建設地点周辺の地震環境を検討することが必要になります。ここで言う地震環境とは、当該地点周辺において過去に発生した被害地震や活断層の分布状況等を調査・分析した結果である当該地点固有の地震活動度（地震危険度）を意味します。

図1に関東地域の地震環境を示します。

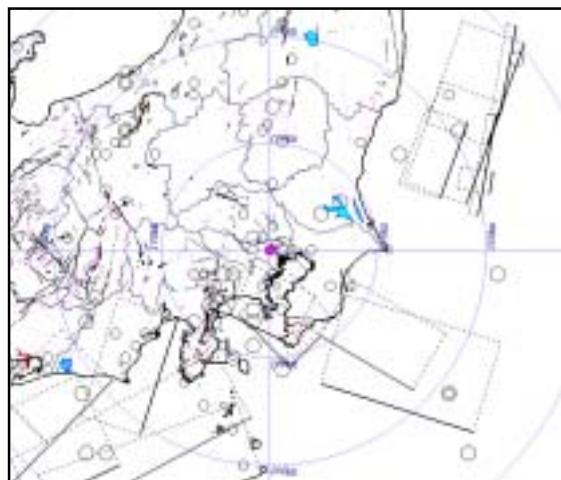


図1 関東地域の地震環境

設計者は、調査した被害地震や活断層を対象として、距離減衰式に基づく最大振幅(加速度・速度)計算や確率・統計手法に基づく再現期待値計算(図2参照)等により当該地点における地震活動度を評価します。

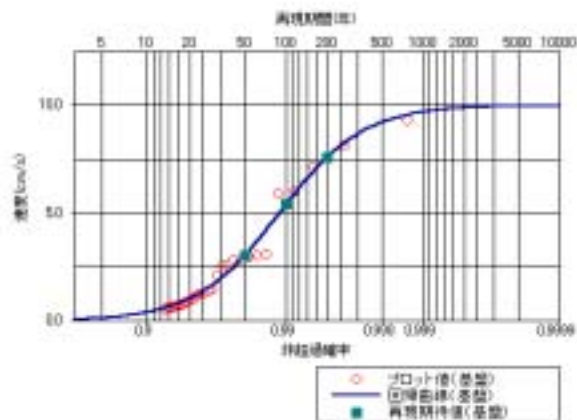


図2 再現期待値

3. 断層モデル等に基づく模擬地震波の作成

前述した地震活動度の評価結果から、構造物に影響(多大な地震被害)を及ぼすものと予測される地震を抽出し、それらの地震を想定地震とした模擬地震波を作成します。

模擬地震波の作成手法については、様々な手法が提案されていますが、ここでは設計物件において使用実績が多い「翠川・小林手法による断層モデルに基づく模擬地震波作成」についてご紹介します。

本手法では、地震を引き起こす震源断層を想定し、断層の面的な広がりや破壊形態を考慮した断層モデルに基づき、地震基盤における応答スペクトルを算定します。

断層モデルに基づく翠川・小林手法では、地震基盤における速度応答スペクトルが算定されます。地震動の地震基盤から工学的基盤への伝播過程については、重複反射理論等に基づき地震基盤から工学的基盤への地盤の増幅倍率を計算して、工学的基盤における応答スペクトルを算定します。弊社で販売している地震荷重設定システム「SeleS」では、前述した地震環境の評価から断層モデルに基づく翠川・小林手法による応答スペクトル計算や重複反射理論に基づく応答スペクトル計算等が、簡単な操作で計算可能です。図3に断層モデルに基づく翠川・小林手法の概念図を示します。

これまでの作業により、工学的基盤における応答スペクトルが設定されました。次に、設定された応答スペクトルに適合する模擬地震波を作成します。

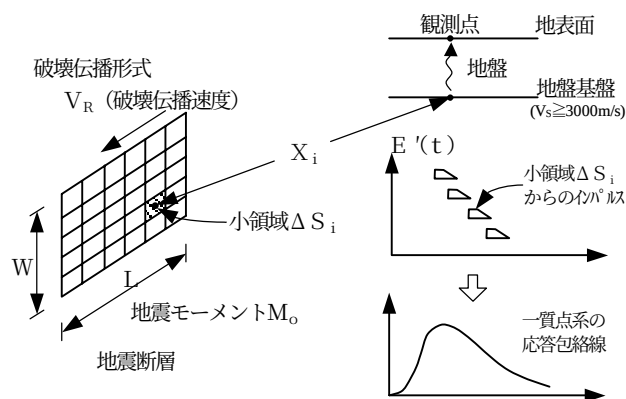


図3 翠川・小林手法の概念図

弊社で販売している模擬地震波作成プログラム「ARTEQ」では、余弦波の重ね合わせによる手法を採用しています。「ARTEQ」では、作成する模擬地震波のスペクトル特性が目標とするスペクトル特性に適合するようにスペクトルの振幅を補正しながら、収束計算を行います(図4参照)。本計算により、工学的基盤における模擬地震波が作成されます。

構造物が工学的基盤上に直接建設される場合は、上記の作業で作成した模擬地震波を構造物の応答解析用の入力

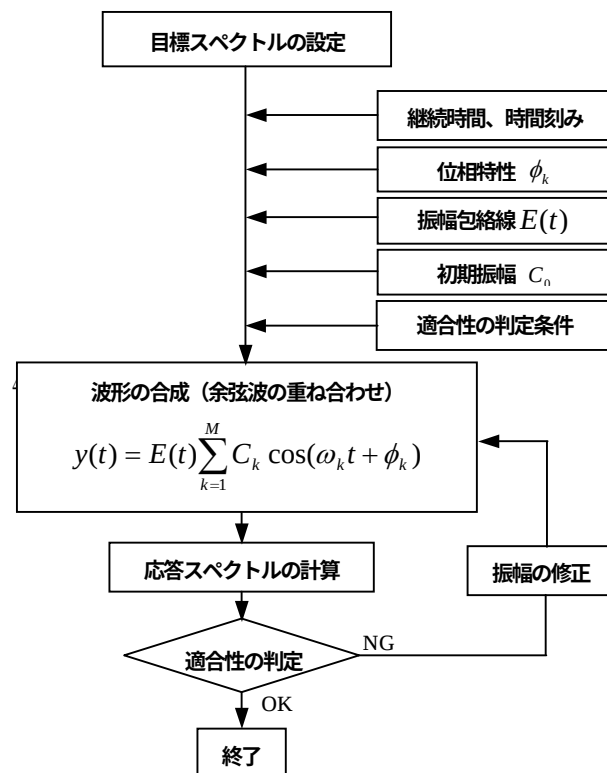


図4 模擬地震波の作成方法

地震動としてそのまま用います。ただし、工学的基盤以浅に表層地盤（堆積層）が存在する場合は、表層地盤における地震動の増幅特性を考慮するため、表層地盤を対象とした地震応答解析を行い、地表面（あるいは基礎位置）における“設計用入力地震動”を算定します（図5参照）。

弊社で販売している成層地盤地震応答解析プログラム「k-SHAKE+」では、従来の等価線形解析手法による周波数応答解析だけでなく、直接積分法による時刻歴非線形応答解析を行うことも可能です。

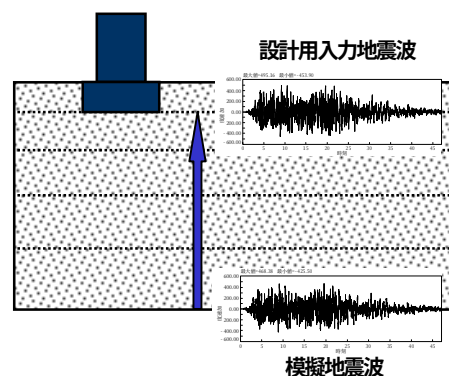


図5 地盤の地震応答解析

設計用入力地震動作成プログラム

KKE は設計用入力地震動作成の一連の処理を、本文中でもご紹介した下記の Windows 対応ソフトウェアでサポートしています。

地震荷重設定システム **SeleS for Windows**

■国内地震情報 DB 参照 ■距離減衰式による最大値計算 ■再現期待値計算 ■応答スペクトル作成

模擬地震波作成プログラム **ARTEQ for Windows**

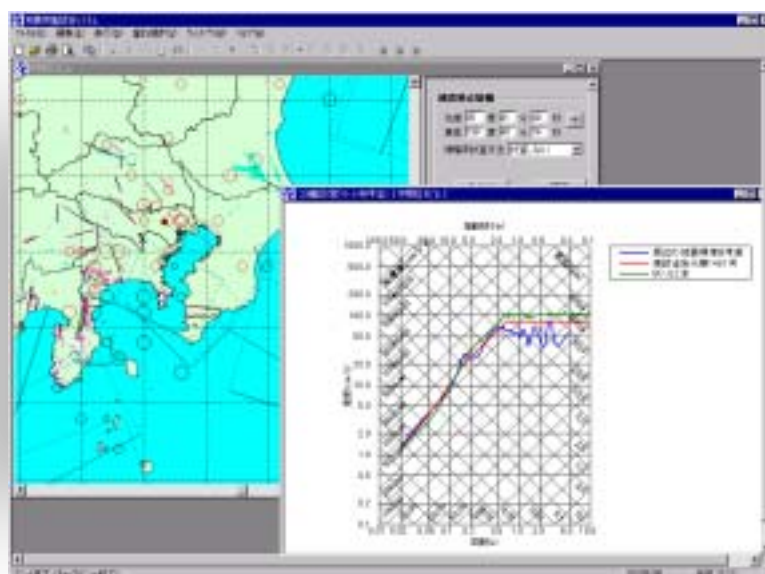
■目標スペクトル適合模擬地震波作成

成層地盤地震応答解析プログラム **k-SHAKE+ for Windows**

■地盤の地震応答解析（等価線形／時刻歴非線形） ■簡易液状化判定

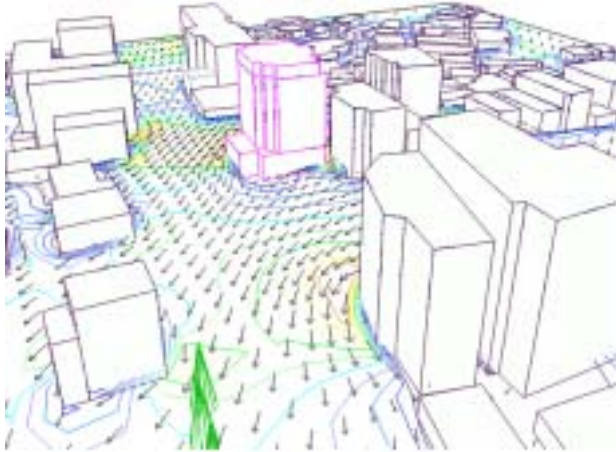
波形処理プログラム **k-WAVE for Windows**

■微分・積分波形計算



SeleS for Windows

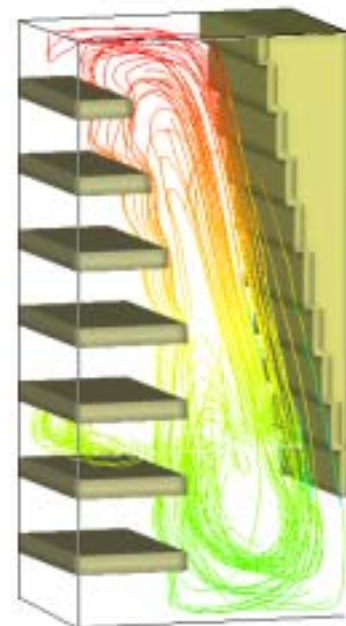
街を流れる風を *Wind-design* for Windows



- 地図情報(bmpファイル)の読み込み可能
- 2D or 3Dによる確認表示
- 自動メッシュ分割機能
- GUI操作によるメッシュ範囲分割や追加・削除が可能
- 簡単な計算条件設定および出力指定
- 風環境評価機能による客観的評価が可能

室内の気流温熱環境を *AC-design* for Windows

- AutoCADをカスタマイズした容易な形状定義機能
- 自動メッシュ分割機能
- 高性能熱流体ソルバの搭載。流れと熱の連成計算や濃度拡散解析が可能
- 豊富な可視化機能。ベクトル・コンタ等値面・マーカ粒子追跡・ストリームライン表示・アニメーション表示



水、空気、ガス拡散、地下浸透流・・・ 流体解析コンサルもお任せ下さい

機械振動による周辺地盤振動の解析的予測

西村忠典¹⁾・内山不二男¹⁾

1) 構造計画研究所 地盤耐震グループ

1. はじめに

近年、工場内機械稼動時や列車・自動車走行時の地盤振動が周辺の建物の住環境に及ぼす影響が問題となっている。そこで、本検討では、工場内に新設される機械を対象として、その機械が稼動した場合の周辺の地盤振動を予測するために解析的検討を実施した。

2. 検討方法

本検討では、以下に示す手順に従って、解析を行った。

【手順1】 同一敷地内の工場に設置された同種の既設機械が稼動した時の地盤振動測定結果を用いてシミュレーション解析を実施し、解析手法や地盤モデルの妥当性について検証した。

【手順2】 新たに建設される機械及び基礎を手順1と同様の方法でモデル化し、解析を実施して、周辺地盤の振動を予測した。

3. 解析手法及び解析モデル

解析手法や解析モデルを決定する際には、以下の事に留意した。

- ・構造物(機械及び基礎)と地盤の動的相互作用効果
- ・三次元的な地盤の広がり(半無限性)と逸散減衰
- ・地盤構造と地盤物性の評価
- ・振動源の加振力と周波数特性の把握

これらを適切に評価するため、本検討では、地盤—基礎—機械系の三次元モデルを用いて、強制加振解析をした際の地盤応答を算定した。すなわち、地盤を薄層要素法を用いて成層地盤として層分割し、機械及び基礎を三次元FEMでモデル化し、動的サブストラクチャー法に基づいて両者の力と変位の連続性や振動源に対する地盤応答を薄層要素法による点加振解を用いて評価した。

図1に解析モデルの概念図を示し、表1に本検討で用いた地盤モデルを示す。

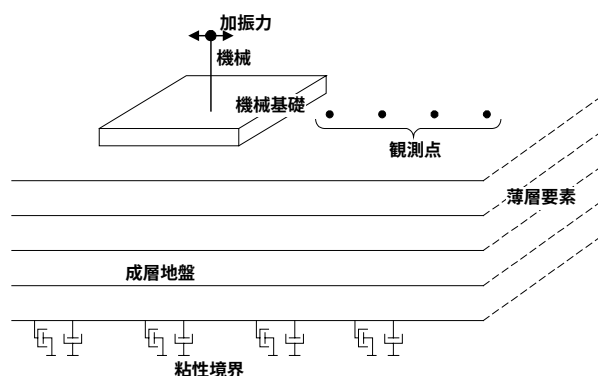


図1 解析モデル概念図

表1 地盤モデル

深度 (m)	単位体積 重量 (kN/m ³)	S波速度 (m/sec)	P波速度 (m/sec)	減衰定数 (%)
0.0～4.0	19.70	200.0	430.0	1.0
4.0～29.0	18.62	200.0	1460.0	1.0
29.0～36.0	20.58	290.0	1460.0	1.0
36.0～	21.27	470.0	2040.0	1.0

応答解析は、複素応答法を用いて線形解析とした。

実際の解析では、基礎を三次元ソリッド要素を用い、基礎より上部の機械部分をビーム要素を用いて質点モデルとしてモデル化を行った。機械部分の質点モデルは、一次の固有周期が等価となるようにビーム要素の剛性を設定した。機械の振動は、質点モデルの上端を水平に強制加振することで評価した。加振力は、機械本体で実測された加速度波形より逆算して等価な節点力を算定した。

解析プログラムは、SuperFLUSH/3D¹⁾を用いた。

4. 解析結果

(1) 既設機械稼動時のシミュレーション解析

既設機械稼動時の地盤振動の実測結果を対象として、シミュレーション解析を実施し、解析手法と地盤モデルの妥当性について検証した。この際、参考として、地盤—基礎—機械系を二次元FEMでモデル化し、三次元解析と同条件で解析を行い比較した。

地盤振動の測定は、水平振動・鉛直振動共に測定

されているが、鉛直振動が卓越していることから、以下では実測結果及び解析結果共に鉛直振動についてのみ述べる。

図2に機械－基礎系の三次元解析モデル概念図を示す。図3に測定結果と三次元解析及び二次元解析による地盤応答の距離減衰を加速度レベルで比較して示す。

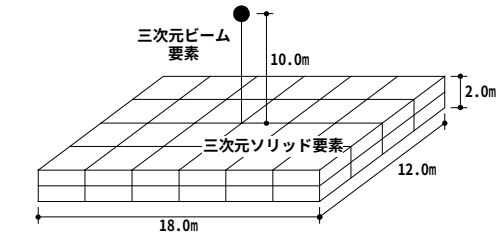


図2 既設機械の解析モデル概念図

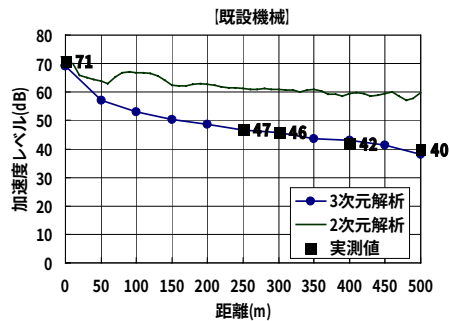


図3 既設機械稼働時のシミュレーション解析結果

図3より、測定結果と三次元解析の結果とは基礎の振動(距離0m)と遠方地盤の振動の両方共によく対応しており、本検討で用いた解析手法と解析モデル及び加振力の評価の妥当性が確認できた。

一方、二次元解析の結果では、基礎の振動は測定結果と対応しているものの遠方地盤の振動は、解析結果の方が非常に大きくなっている。これは、二次元解析では地盤の三次元的な逸散による減衰を的確に評価できていないためと考えられる。

(2) 新設機械稼働時の遠方地盤における応答の予測

既設機械稼働時のシミュレーション解析の結果、解析手法及び地盤モデルの妥当性を検証することができた。

そこで、新設される機械及び基礎をシミュレーション解析と同じようにモデル化して、解析を実施し、遠方地盤の振動を予測した。

対象とする新設機械は、隣接する二つの基礎上に三機の機械が設置されており、その運転計画により加振力を作用させる機械を変更して解析を行った。

なお、参考として、基礎2を単独でモデル化したケースの解析も行った。解析は、表2に示すように

合計で三ケース実施した。基礎と観測点の位置関係は、全てのケースで同じとした。

図4にそれぞれの基礎の三次元FEMモデルを示す。図5に二つの基礎の配置及び解析結果の観測点を示す。図6～図8に各解析ケースの地盤振動の距離減衰を各観測点方向を比較して示す。

表2 新設機械の解析ケース

解析 ケース	加振位置			備考
	基礎1		基礎2	
	No.1	No.2		
CASE1	○	○		基礎1上の機械のみ稼働
CASE2			○	基礎2上の機械のみ稼働
CASE3			○	基礎2のみモデル化

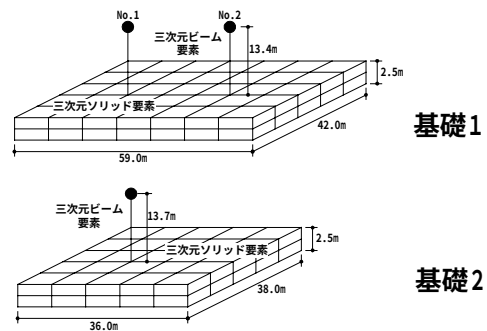


図4 新設機械の解析モデル概念図

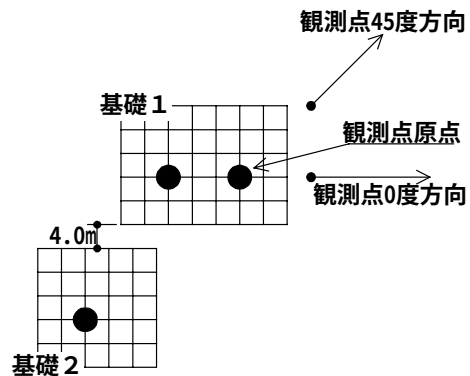


図5 機械基礎の配置図

基礎1上の二機の機械を加振点としたCASE1(図6)では、観測点0度方向と観測点45度方向の加速度レベルの距離減衰に大きな差異は見られなかった。一方、基礎2の機械を加振したCASE2(図7)においては、観測点45度方向の加速度レベルが観測点0度方向に比べて小さく、約9dB程度の差が認められる。45度方向の加速度レベルが小さいのは、基礎2から見て45度方向に存在する基礎1によって地盤の振動が低減され振動の伝達方向に基礎のない0度方向との差異が生じたためと考えられる。

参考解析として行ったCASE3では、観測点の方向の違いによる地盤振動の差異は小さい。そして、

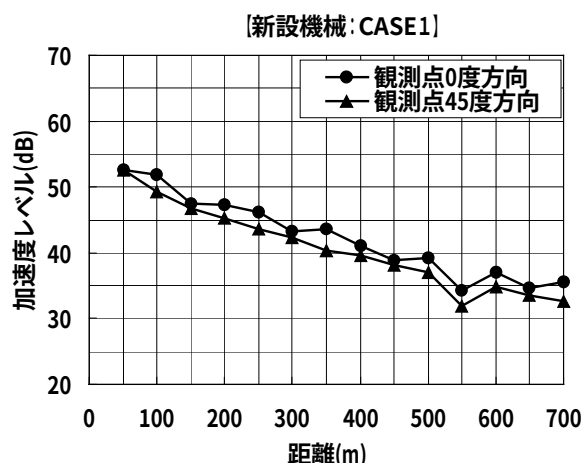


図6 CASE1の解析結果

CASE2 の観測点 0 度方向の応答と比較して、CASE3 の応答は多少小さくなったことより、CASE2 の観測点 45 度方向では、基礎 1 により地盤の振動が抑制されたが、観測点 0 度方向では増幅されていることがわかる。これは、基礎 2 の振動が隣接効果によって基礎 1 の振動を励起させ、これによる地盤振動が加わったためであると考えられる。

5. まとめ

既設機械のシミュレーション解析の結果、三次元解析は測定結果と良く対応しており、解析手法及び地盤モデルの妥当性が確認できた。なお、二次元解析では、地盤の逸散による減衰が的確に評価できず、遠方での地盤振動が過大評価となった。一方、新設機械稼働時の振動予測として、二つの基礎を対象とした場合、基礎の隣接効果により地盤振動が大きく影響されることから隣接基礎の位置関係を適切に評価することの重要性がわかった。

以上のことより、本検討で対象とした機械稼働時の遠方地盤の振動を予測する場合、二次元解析では地盤の逸散や三次元的な基礎の位置関係を表現でき

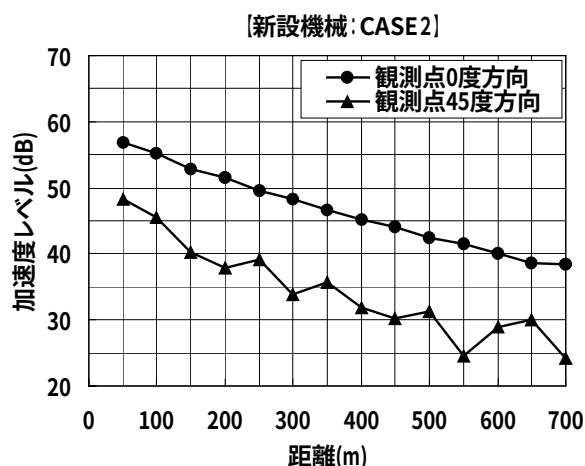


図7 CASE2の解析結果

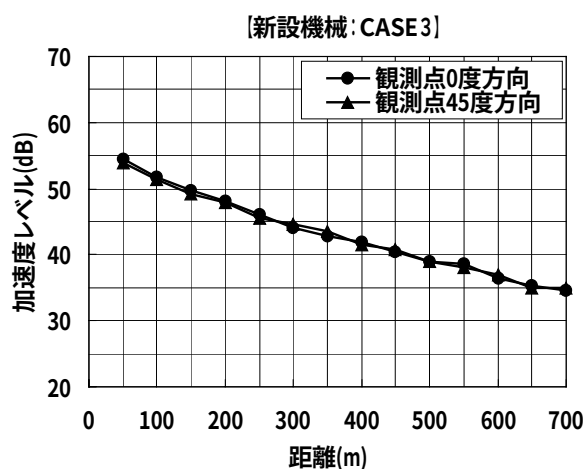


図8 CASE3の解析結果

ないが、三次元解析では、これらを適切に評価でき、より信頼性のある解析結果が得られるものと考えられる。今後は、本検討で対象とした新設機械稼働時の地盤振動の測定を行い、解析結果との比較検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 「SuperFLUSH/3D 理論説明書」(株) 構造計画研究所

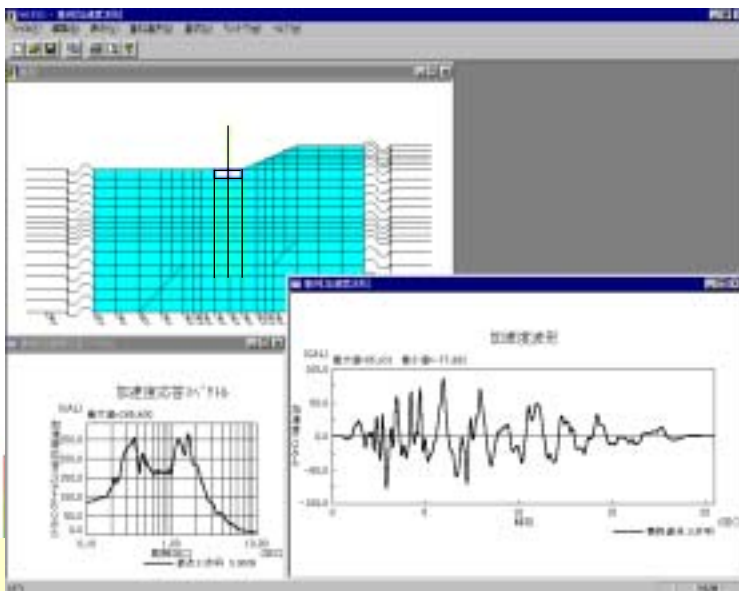
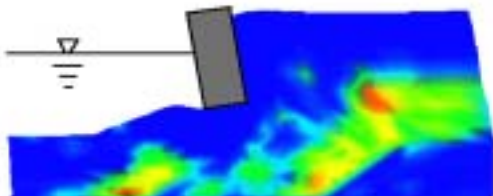
地盤と構造物の動的相互作用解析プログラム

SuperFLUSH/2D for Windows

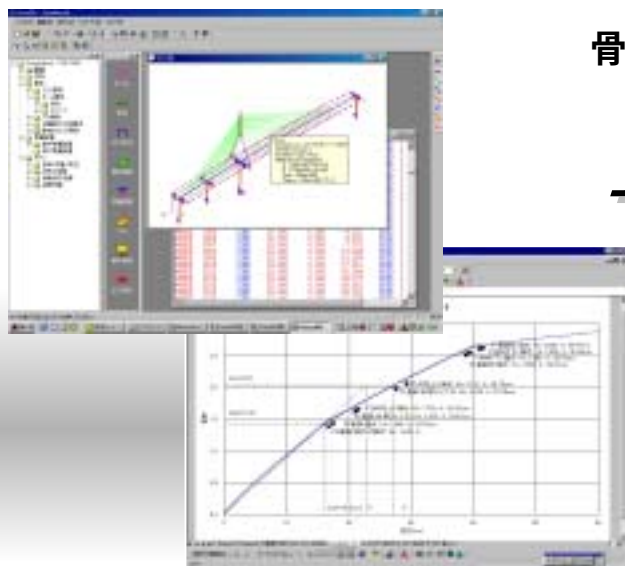
軟弱地盤に建設される
建築・橋梁・港湾構造物、
既設埋設構造物との近接施工、
異種地盤にまたがる長大構造物の
耐震性照査に威力を発揮します。

有効応力解析手法による
相互作用解析は...

NANSSI



★Super FLUSH/2DとNANSSIは (株) 地震工学研究所と弊社の共同開発商品です。

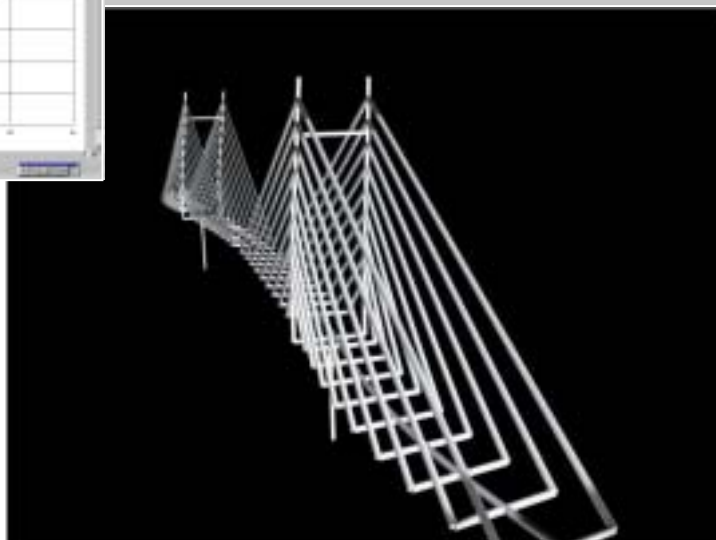


骨組構造物の汎用非線形解析プログラム

RESP-T for Windows

非線形問題、動的問題を
高解析機能でカバー！

- 3次元任意形状骨組モデル対応
- 静的／動的／固有値／座屈固有値 解析
- 弾塑性／幾何学的非線形
- 各種の免震制振機構にも対応



通信施設の地震リスクに関する研究

吉田献一¹⁾・樋口聖子¹⁾・奥田賢持¹⁾・木村榮一²⁾・赤木久眞²⁾

笠木昭人³⁾・村地由子³⁾・齋藤博⁴⁾・青山武士⁴⁾

1) NTT ファシリティーズ 2) NTT 総合研究所 3) 構造計画研究所 4) NTT 西日本

1. はじめに

NTT における通信用建物・鉄塔、通信装置、建築設備、家具・什器等に対する耐震対策は、情報通信というインフラ設備を提供するという重要な立場から、従来より全社的に取り組んできており、その耐震対策手法は、過去の被災経験に基づいて逐次見直しが行われて現在に至っている。この成果より、1995 年 1 月に発生した阪神・淡路大震災では、通信施設の致命的な損傷を回避することができた。

今後、設計手法が性能規定指向になることから、建物や収容設備・機器等の耐震性能レベルに基づく機能維持・営業損失・修復費用等の投資対効果を把握して、施設の最適耐震性能を決定する必要があると考える。通信施設の耐震対策についても、建物及び通信装置の修復費用や通信サービス停止による営業損失を考慮した総合評価を行い、耐震対策費とその効果を明確にすることが必要である。

本報告では、これらの背景から、通信用建物における耐震対策の費用対効果を把握するために行った地震リスク管理手法(SRM:Seismic Risk Management)の適用検討結果について報告する。

2. 通信施設の構成要素

通信施設の構成要素は図-1に示すように、各種通信サービスを提供するための情報処理・通信設備、これらの設備に電力を供給する電力設備、さらに、各種設備や人などを収容する建物などで構成されている。また、情報処理・通信設備の各種サービスは複雑化しており、同一の通信装置で異なったサービスを提供するケースもある。

3. 通信施設の損傷モデル

3.1 ET (イベントツリ) によるモデル化

図-2にETによる通信施設の損傷モード解析結果の例を示す。

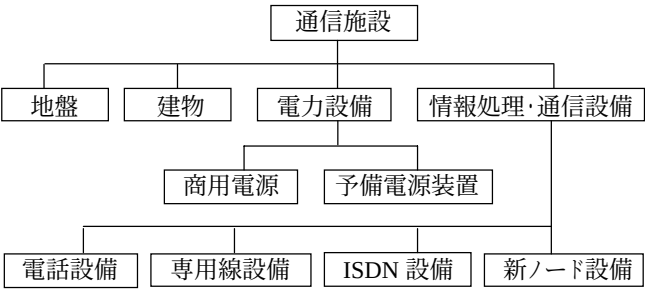


図-1 通信施設の構成要素

サブシステム							損傷 モード
地盤	建物	電力 設備	同期 設備	伝送 設備	一般回 線設備	新ノード 設備	
n	n	n	n	n	n	n	①
					y	a	②
				y	n	n	③
					y	y	④
					y	a	⑤
		y	a	a	a	a	⑥
	y	a	a	a	a	a	⑦
y	a	a	a	a	a	a	⑧
							⑨
							⑩

y; 損傷有り、n; 損傷無し、a; スルー

- ①：被害無し
- ②：新ノードサービス停止
- ③：一般回線サービス、新ノードサービスとも停止
- ④：一部の地域のみサービス可能
- ⑤：新ノードサービス停止
- ⑥：一般回線サービス、新ノードサービスとも停止
- ⑦：全サービス停止+同期設備損傷
- ⑧：全サービス停止+電力設備損傷
- ⑨：全サービス停止+建物大破・全壊
- ⑩：全サービス停止+支持地盤崩壊

図-2 通信施設の損傷モード

新ノードサービスは一般回線サービスの通信設備も用いており、一般回線サービスが停止すると新ノード設備が損傷を受けていなくてもサービスが停止する。同様に

他の地域に通信させるための伝送設備が損傷すると、一部の地域しかサービスを提供できなくなる。同期設備、電力設備、建物、地盤が大規模な被害を受けると一般回線サービス、新ノードサービスとも停止する。

3.2 FT(フォールトツリ)によるモデル化

通信設備の損傷モードのFTを図-3に示す。通信装置は常に発熱しており、その機能を維持するため、室温を一定温度に保つ必要がある。従って、通信設備の機能停止要因としては、通信装置と同一階に設置している空調装置と電力装置の損傷、そして通信装置本体の損傷が考えられ、OR事象によって損傷発生確率を算定する。

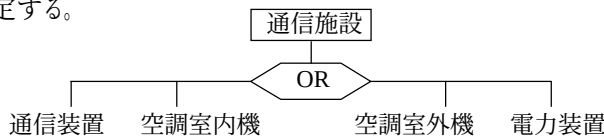


図-3 通信設備の損傷モード

電力設備の損傷モードのFTを図-4に示す。商用電源の供給が止まった場合、予備発電装置(エンジン)または移動電源車により通信サービスを途絶させない対応が構築されている。従って、電力設備は、商用電源と移動電源車及び予備発電装置のAND事象によって損傷発生確率を算定する。特に、予備発電装置については、過去の地震被害から始動装置、燃料、及び本体装置等が機能停止の要因になっており、損傷発生確率をこれらの要因のOR事象によって算定する。

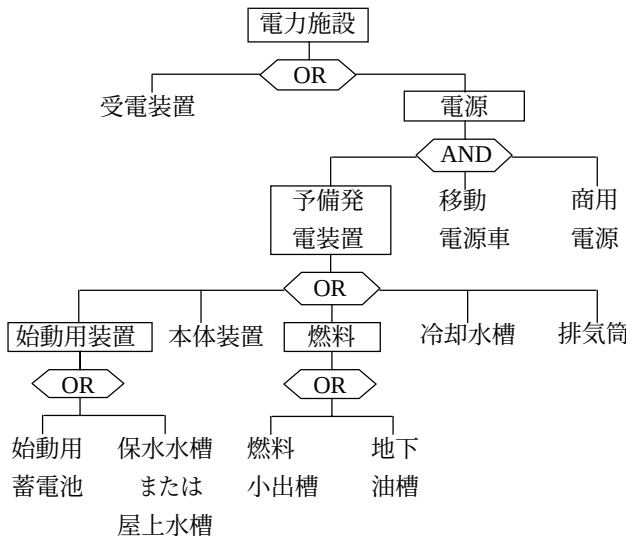


図-4 電力設備の損傷モード

4. 通信施設のフラジリティモデル

4.1 通信用建物のフラジリティ

通信用建物のフラジリティは、阪神・淡路大震災時の建物被害状況と最大推定地動加速度との相関に関する分析結果を参考として、構造耐震指標 $I_s=0.6$ の耐震

性能を有する建物が小破、中破、大破・全壊の被害を受ける最大地動加速度の中央値を表-1のように設定した。

表-1 通信用建物 ($I_s=0.6$) のフラジリティの設定

小破		中破		大破・全壊	
中央値 (cm/s^2)	対数標準 偏差	中央値 (cm/s^2)	対数標準 偏差	中央値 (cm/s^2)	対数標準 偏差
400	0.4	600	0.4	800	0.5

ここで、対数標準偏差については、既往文献 1)等を参考として設定した。これより、 $I_s=0.6$ の通信用建物のフラジリティ曲線は、図-5のように表すことができる。また、任意の I_s 値に対する地動加速度の中央値は、下式により算定する。

$$A = A_0 \cdot (I_s / 0.6) \dots\dots\dots (1)$$

A ; 任意の I_s 値に対する最大地動加速度値

A_0 ; $I_s=0.6$ に対する最大地動加速度値

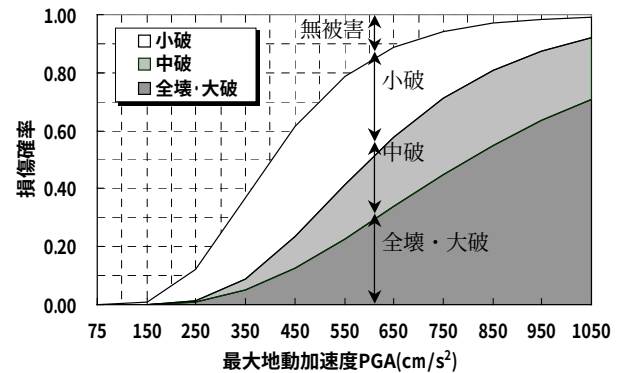


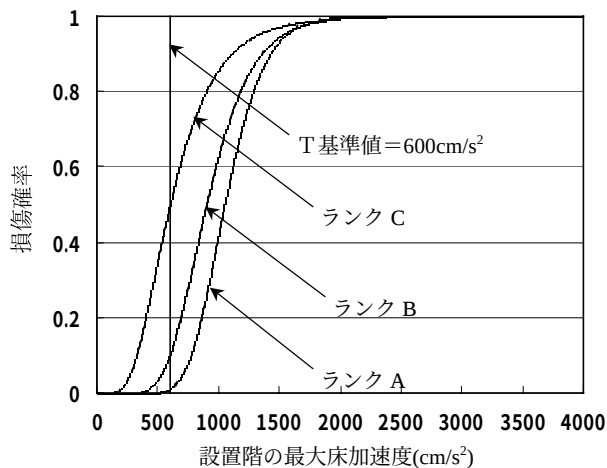
図-5 通信用建物のフラジリティ曲線の例 ($I_s=0.6$)

4.2 電力設備、通信設備等のフラジリティ

各装置の耐震信頼性を A、B、C の3ランクで評価し、耐震基準値 (T 基準値) との組み合わせによってフラジリティ曲線を設定する。ランク A は、性能目標を満足する場合で、耐震試験等によって耐震性能を精度よく評価している場合を想定している。このため、装置等の対数標準偏差値として、既往文献¹⁾で用いられている設備機器等の値の 1/2 を想定した。ランク B は性能目標をほぼ満足する場合で、構造計算等によって耐震性能を確認した場合等を想定している。ランク C はその他の場合であり、T 基準値での外乱に対して 50%程度の確率で損傷を生じる。

表-2 装置等のフラジリティの設定

耐震信頼性 ランク	中央値	対数標準 偏差	T基準値で の損傷確率
ランクA	$1.75 \times T$	0.24	1%程度
ランクB	$1.50 \times T$	0.36	10%程度
ランクC	$1.00 \times T$	0.48	10%程度



図－6 装置等のフラジリティ曲線の例

4.3 建物床応答加速度

床応答加速度は、通信ビルにおける地震観測記録の解析結果に基づいて、通信用建物の加速度応答倍率を表－3のようにモデル化する²⁾。なお、250～400cm/s²までの地震動に対する床応答倍率は線形補間によって算定する。

表－3 地動に対する建物床の加速度応答倍率

地動加速度	一階・地階	下層階	上層階	屋上
250cm/s ² 以下	1.0	2.0	3.2	4.0
400cm/s ² 以上	1.0	1.5	2.5	3.0

5. 通信施設の解析モデル

5.1 建物概要

対象建物は南関東エリアにあり、一般的な通信用建物の機能を所有するものとする。構造種別は RC 造、建物規模は地下 1 階、地上 3 階で延べ床面積は 4,000m²と設定する。

5.2 収容装置の設定

各階に設置する装置と T 基準値を表－4に示す。

表－4 収容装置構成

	収容装置	T 基準値
屋上	空調室外機	1200
3階	同期設備、伝送設備、空調室内機、電力装置	980
2階	一般回線・ISDN 設備、空調室内機、電力装置	980
1階	新ノードシステム設備、空調室内機、電力装置	980
地階	電力設備	400

T 基準値の単位(cm/s²)

6. 被災コストモデル

6.1 建物補修費

建物補修費と再建費の比率は阪神・淡路大震災時における通信用建物の被災データから、小破で 9%、中破で 30%、大破で 100%と設定する。

6.2 装置再建費

装置の再建費は再調達価格を想定し、各サブシステ

ムの装置の再建費比率を表－5の通り設定する。

表－5 装置再建費/建物再建費

一般回線 ISDN	新ノード システム	同期 設備	伝送 設備	電力 設備
270%	50%	15%	40%	10%

6.3 営業停止日数と営業損失

各装置の損傷による営業停止日数を表－6の通り設定する。また、NTTの営業収入実績を参考として一般回線・ISDN の営業損失額を建物再建費の 2.5%/日、新ノードシステムの総営業損失額を建物再建費の 3.0%/月と設定する。

表－6 営業停止日数の設定

復旧 内容	営業 停止 期間	地盤	建物	電力 設備	同期 設備	伝送 設備	一般 回線 ISDN	新 ノード システム
即時 復旧	1 日	被害なし					各サービス 被害	
応急 復旧	3 日	被害なし			同期・伝送設備損傷による サービス停止			
仮 復旧	10 日	被害なし		電力設備損傷によるサービス停止				
営業 機能 移転	30 日	被害 なし	建物大破・全壊によるサービス停止					

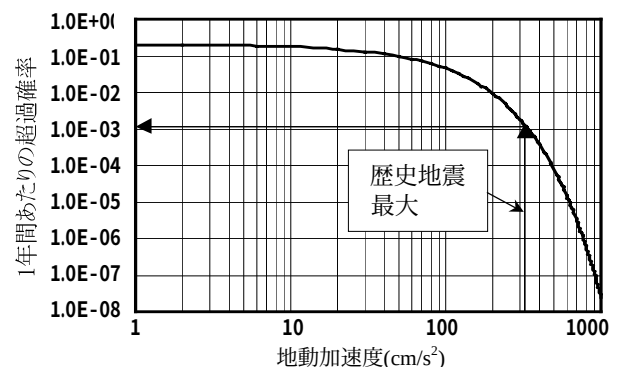
注) 地盤崩壊は生じないものと仮定

7. 地震ハザードモデル

対象地点での地震ハザードの解析条件を表－7の通り設定する。また対象地点の地震ハザード曲線を図－7に示す。対象地点での地震動に用いる距離減衰式は、震源域での評価が可能である福島・田中の提案式を用いた³⁾。

表－7 地震ハザード解析条件

歴史地震の対象年代	1600～1995 年
マグニチュード	5以上
プロット方法	Hazen 法
回帰式	Gumbel 分布(極値 I 型分布)
表層地盤の種別	第2種地盤



図－7 地震ハザード曲線(表層)

8. パラメータケーススタディ

表－8に各ケースのパラメータの組合わせを示す。ケース1は、建物耐震性能の地震リスクへの影響を把握するため I_s 値を変動させて解析する。ケース2～5は、表2に示す各装置の耐震信頼性ランク（ランクA,B,C）をパラメータとして解析し、地震リスクを比較する。

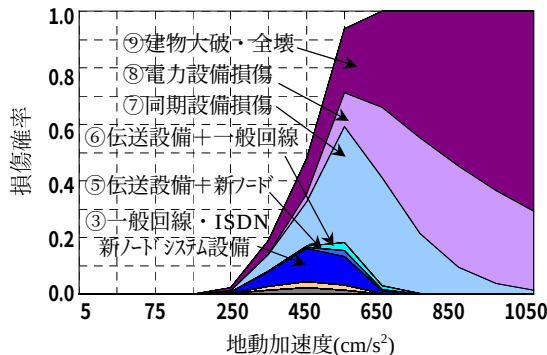
表－8 パラメータケース

ケース	建物 I_s 値	電力設備	空調機	一般回線 ISDN	新ノードシステム
1	0.3～0.9	A	A	A	A
2	0.6	A,B,C	A	A	A
3	0.6	A	A,B,C	A	A
4	0.6	A	A	A,B,C	A
5	0.6	A	A	A	A,B,C

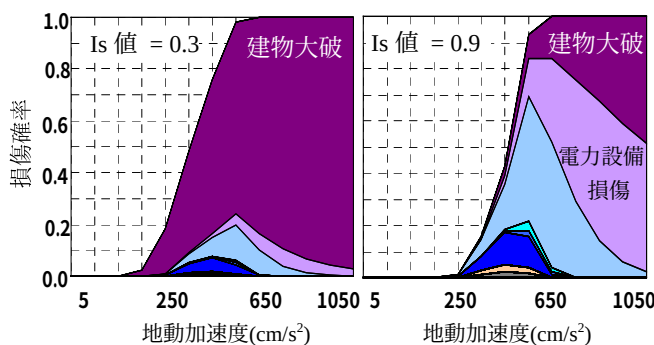
8.1 建物フラジリティの影響

1) 各損傷モードの発生確率

建物 I_s 値に対する損傷モードの発生確率を図-8、9に示す。耐震性能が低い ($I_s = 0.3$) 場合、 550cm/s^2 以上の地動加速度に対して建物大破・全壊の損傷モードは全体の約 80% 以上を示している。地動加速度 550cm/s^2 程度までなら耐震性能が向上すると建物大破・全壊の損傷モードの割合は減少し、同期設備及び一般回線・ISDN、新ノードシステム設備の損傷モードが増大する。 550cm/s^2 以上の地動加速度の場合、耐震性能が高いほど建物大破・全壊の損傷モードは減少し、電力設備の損傷モードが増大する。



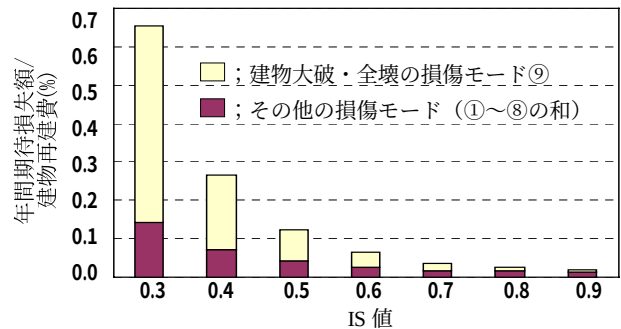
図－8 I_s 値=0.6に対する損傷モードの発生確率



図－9 I_s 値=0.3, 0.9に対する損傷モードの発生確率

2) 年間期待損失額

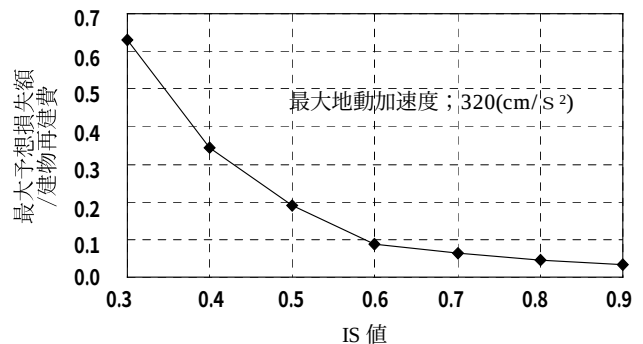
建物 I_s 値に対する年間期待損失額を最大損傷モードとその他の損傷モードに分割して図－10に示す。装置の耐震信頼性がランクAの場合、 I_s 値0.9以下の最大損傷モードは建物大破・全壊+収容物全壊+全サービスの停止であり、特に I_s 値0.6以下の場合、建物の耐震補強が重要になることがわかる。



図－10 I_s 値に対する年間期待損失

3) 最大予想損失額

対象地点における歴史地震中最大の地震加速度が発生した場合の最大予想損失額を図－11に示す。最大予想損失額は I_s 値に対し二次曲線的に減少するため、 I_s 値0.6以下の建物を I_s 値0.6程度まで向上させる耐震補強効果は大きい。 I_s 値0.7～0.9では、最大予想損失額の減少額は少ない。



図－11 I_s 値に対する最大予想損失額

8.2 装置のフラジリティの影響

1) 最大予想損失額の比較

歴史地震中最大の地震が発生した場合の最大予想損失額を図－12に示す。一般回線・ISDNは、他のサブシステムに比べて装置のフラジリティの最大予想損失額への影響が多岐であり、ランクCの最大予想損失額はランクAの約4.9倍となっている。これは、装置の総再建費が他の装置と比較して約5倍以上であり、この通信装置が新ノードサービスのシステムにも影響を及ぼすためと考えられる。

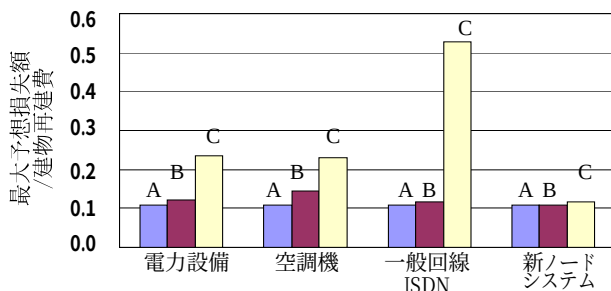


図-12 最大予想損失額の比較

2) 損傷モードの発生確率

図-13に各装置の耐震信頼性をランクCにした場合の損傷モード発生確率を示す。空調機の損傷は同期設備に最も大きな影響を与えることがわかる。その他の装置は、耐震信頼性が低下した損傷モードの発生確率が大きくなる傾向を示している。

9. まとめ

本報告では、通信施設の損傷モードのモデル化とフラジリティの設定を行い、解析モデルによる通信施設のパラメータケーススタディを行った。この結果、通信用建物に地震リスク管理手法を適用することによって、通信施設が保有している地震リスクを定量的に評価できること、また建物と各装置の耐震性能（フラジリティ）が地震リスクに及ぼす影響を把握し、投資対効果の最適値を算出することが可能であることがわかった。

今回の解析モデルによるパラメータケーススタディの主な結果は以下の通りである。

- 1) 建物大破・全壊による通信サービス途絶の発生確率は、建物 I_s 値が増加するに従い減少し、収容設備の損傷による通信サービス途絶の発生確率が増大する。
- 2) 収容装置類の耐震信頼性が高い場合、建物 I_s 値の大小によらず建物大破・全壊の損傷モードによる年間期待損失額が他の損傷モードよりも高く、特に I_s 値 0.6 以下の建物の耐震補強が重要である。
- 3) 最大予想損失額は、建物 I_s 値が大きくなる場合、二次曲線的に減少するため、 I_s 値 0.6 以下の建物を I_s 値 0.6 程度まで補強する耐震補強効果は大きい。
- 4) 一般回線・ISDN の通信装置の耐震信頼性が低い場合、他のサブシステムと比べて最大予想損失額に及ぼす影響が大きい。

【参考文献】

- 1) 高橋一郎他：「地震リスクマネジメント手法による総合病院の機能損傷評価（その2）」、建築学会大会, 1997
- 2) 佐藤雄二、赤木久真他：「地震観測記録にもとづく建物付属物設計用地震力の検討」、第6回日本地震工学会議, 1982
- 3) 福島美光：「地震波の発生・伝播の理論を背景とした入力地震動の経験的予測」、学位論文, pp.25～75

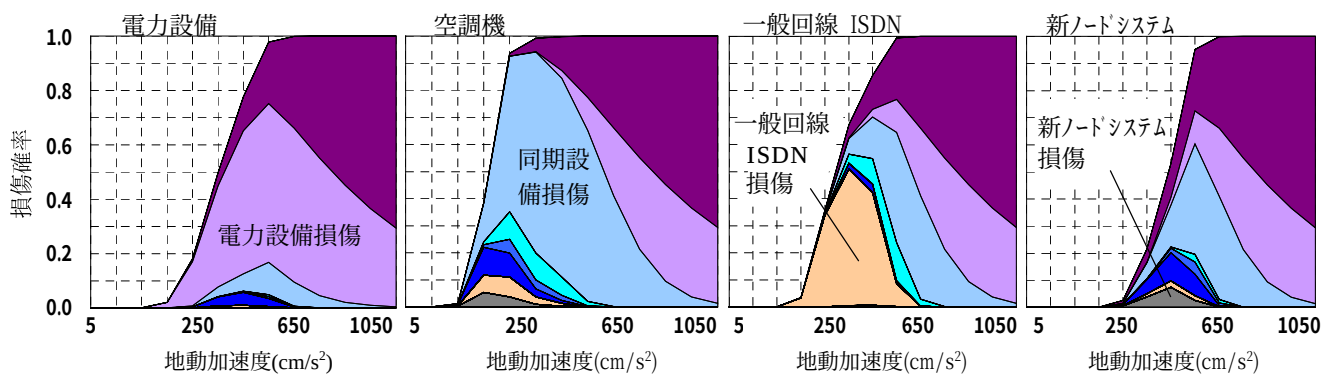


図-13 各装置の損傷モードの発生確率

STUDY ON SEISMIC RISK OF TELECOMMUNICATION FACILITIES

Ken'ichi YOSHIDA^{*1} Shoko HIGUCHI^{*1} Kenji OKUTA^{*1} Eiichi KIMURA^{*2} Hisanobu AKAGI^{*2}
Akihito KASAGI^{*3} Yuko MURACHI^{*3} Hiroshi SAITOH^{*4} Takeshi AOYAMA^{*4}

Fragility models of a damage mode in the earthquake and of a building and facilities were presented to grasp the cost performance effect of earthquakeproof countermeasure toward the telecommunication building which supports a high information-oriented society. The expectation loss of the telecommunication building was estimated by some earthquakeproof Indexes, Is value, and some ranks of facilities based on Seismic Risk Management (SRM) method. It was clear that the SRM method could lead the optimum value of investment to buildings and facilities.

*1 NTT Power and Building Facilities Inc.

*2 NTT Building Technology Institute

*3 KOZO KEIKAKU Engineering Inc.

*4 NTT West Corporation

桁間衝突の解析結果に対する影響

— 桁間衝突の考慮の有無における解析結果の比較 —

佐藤 壮¹⁾・渡辺 一彦¹⁾

1)構造計画研究所 土木構造グループ

1. はじめに

近年、連続桁橋の支承部に積層ゴムが使用される頻度が増加傾向にある。ゴム支承の使用は、桁の慣性力が多径間に分散されて橋脚の耐震性の向上が図られること、固有周期を長周期化させ、応答加速度を低減させること等さまざまな利点をもたらす。このため、今後もゴム支承の利用は増すものと思われる。

しかしその一方、ゴム支承を用いた場合、応答変位は増大する傾向がある。その結果、今までの基準では遊間が不足し、衝突の可能性も考慮する必要が出てきている。しかし、解析における衝突のモデル化や解析手法はいまだ確立されているとはいえず、解析事例も少ないのが現状である。

今回の報告では、タイプBのゴム支承を有する橋梁の解析結果を一例紹介し、解析モデルにおける衝突の考慮による結果への影響について考察する。また、解析を行なう上での留意点なども示す。

2. 解析対象

解析対象の模式図を図1に示す。3径間のタイプBゴム支承を持つ橋梁であり、桁は、2径間連続桁と1径間の桁がつながった構造になっている。設計条件を以下に示す。

- ・地域区分：A地域
- ・地盤条件：I種地盤

橋脚の高さはともに15m。2つの桁の遊間は0.170m、桁と橋台の遊間はA1側が0.160m、A2側が0.185mである。

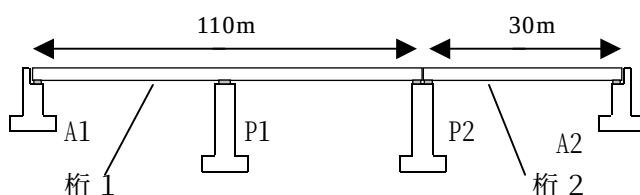
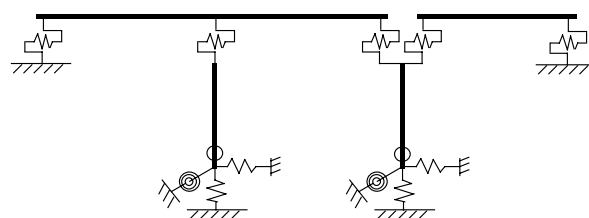


図1 解析対象模式図

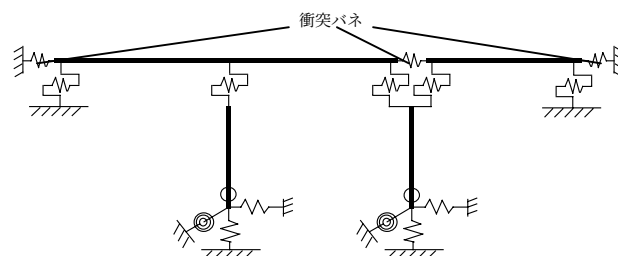
3. 解析モデル

解析モデルを図2に示す。

モデルIは衝突を考慮しない場合、モデルIIは衝突を考慮した場合である。



モデルI 衝突考慮なし



モデルII 衝突考慮

図2 解析モデル図

モデルIIにおける衝突バネは以下のように設定した。

$$k_I = \begin{cases} \tilde{k}_I & \Delta u < -u_c \\ 0 & \Delta u \geq -u_c \end{cases}$$

ここで、 Δu は桁間、もしくは桁と橋台の応答相対変位、 u_c は遊間である。

また、 k_I は衝突バネの剛性である。桁—橋台間の衝突バネの剛性は以下の式で定めた。

$$\tilde{k}_I = \frac{nEA_I}{L_I}$$

ここで、

L_I : 桁の全長 A_I : 桁の断面積

n : 桁のモデル化における分割数

E : 桁のヤング係数

また、桁間の衝突バネ $k(P)$ は以下の式で定めた。
ここで、 A_1 橋台と桁 1 との間の衝突バネを $k(A_1)$ 、 A_2 橋台と桁 2 との間の衝突バネを $k(A_2)$ とする。

$$\min\{k(A_1), k(A_2)\} \gamma_1 \leq k(P) \leq \max\{k(A_1), k(A_2)\} \gamma_2$$

$$0.5 \leq \gamma_1, \gamma_2 \leq 2.0$$

ここで、 γ は軸剛性との剛性比¹⁾である。衝突バネの非線形特性を図 3 に示す。

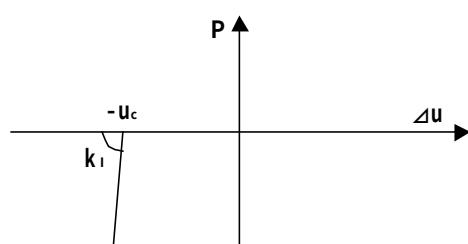


図 3 衝突バネ非線形特性

橋脚基部の塑性ヒンジ部の復元力特性は、武田型モデルを用いた。また、減衰定数は以下のように設定し³⁾、レイリー型減衰を用いた。

地盤：10% 支承：4%

橋脚：5% 上部工：2%

入力地震動は道路橋示方書に示されるタイプ II-1 地震動を用いた。本解析は弊社の構造解析プログラム/Resp-T を用いて行なった。

4. 解析結果

解析結果を次頁より示す。図 4、6、7 は左が衝突を考慮しない場合の結果、右が衝突を考慮した場合の結果を示している。

図 4 に桁の時刻歴応答変位を示す。衝突を考慮した場合、応答変位は遊間内に限定される結果となり、桁と橋台、及び桁同士の衝突をモデル化できている。

図 5 に衝突を考慮した場合の桁にかかる軸力の時刻歴を示す。なお、桁の重量は以下の通りである。

桁 1 : 3500 kN 桁 2 : 800 kN

図 6 に橋脚ヒンジの $M-\theta$ 履歴を示す。

図 7 に橋脚天端の時刻歴応答変位を示す。

5. 考察

解析結果より以下のことが分かる。

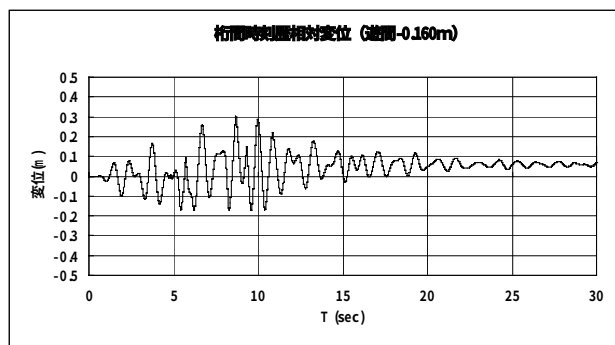
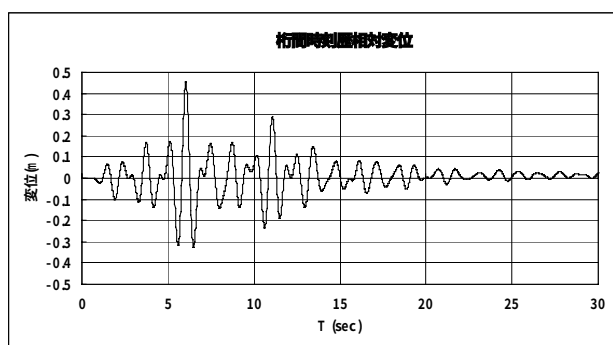
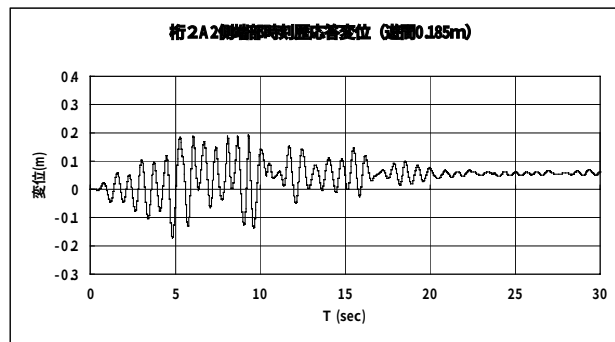
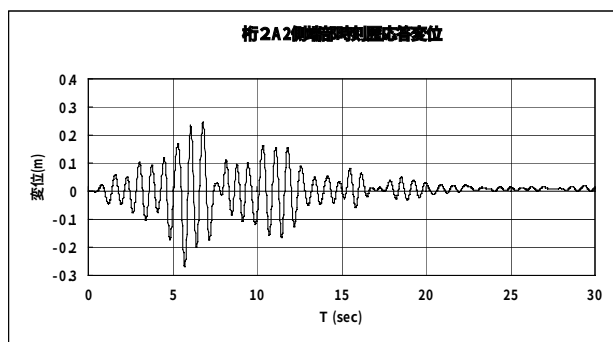
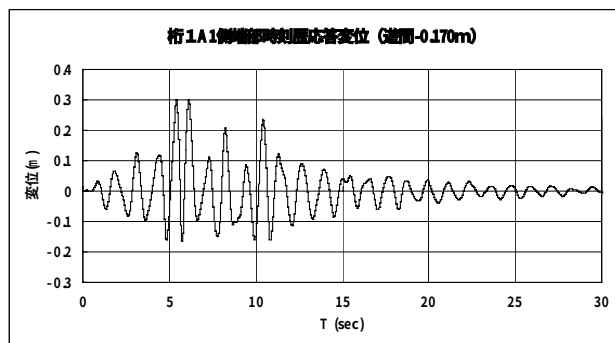
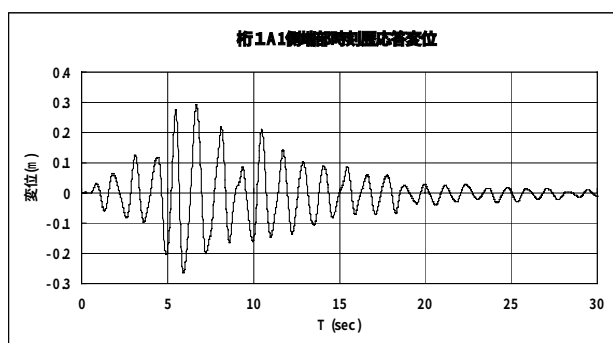
- 衝突を考慮した場合、考慮しなかったときと比較し、応答に大きな違いが出た。そのため、衝突が考えられる橋梁は解析モデルに衝突の効果を加味する必要があると思われる。
- 本検討においては、衝突によって桁に桁重量の 4 倍を超える軸力がかかった (図 5 参照)。
- 本検討において衝突を考慮した場合、衝突を考慮しなかった場合に比べ橋脚の応答塑性率が小さかった (図 6 参照)。それぞれの場合における塑性回転角の最大値を以下に示す。

解析モデルタイプ	$\theta \max$	
	P1	P2
衝突考慮なし θ_n	0.00367	0.00384
衝突考慮あり θ_a	0.00210	0.00319
θ_a / θ_n	0.57	0.83

- 衝突を考慮する場合、積分間隔は十分に細かく取る必要がある。本検討では、当初 Δt を $1/5,000$ 秒としたが解が収束しなかったため、 $1/20,000$ 刻みで解析を行なった。
参考文献^{1) 2)}によると、解析積分刻みの最大値は衝撃力の伝播速度から決まるとされている。しかし、本検討における解析モデルでは、むしろ衝突バネの剛性変更における解析ステップ毎の収束計算の誤差の集積を抑えるという点から積分刻みを決定した。
- 衝突解析においては、上記の積分間隔の問題や衝突時のエネルギー吸収の評価手法など不明点はまだ多い。今後、さらに多くの解析を行ない、解析上の知見を蓄積する必要があると思われる。

参考文献

- 1) Kawashima, K. and Penzien, J.: Correlative investigation on theoretical dynamic behavior of a model bridge structure, Report No. EERC 76-26, Earthquake Engineering Research Center, University of California Berkeley, 1976.
- 2) 第 3 回 橋梁構造物等の耐震設計法に関する講習会 5 章 桁間の衝突と落橋防止構造の作用力 (2000.10, (社)土木学会地震工学委員会 地震時保有耐力法に基づく耐震設計法の開発に関する研究小委員会)
- 3) ゴム支承を用いた地震時水平力分散構造を有する道路橋の非線形地震応答の簡易推定法 (1999.3, 建設省土木研究所)



衝突考慮なし

衝突考慮

図 4 桁部時刻歴応答変位

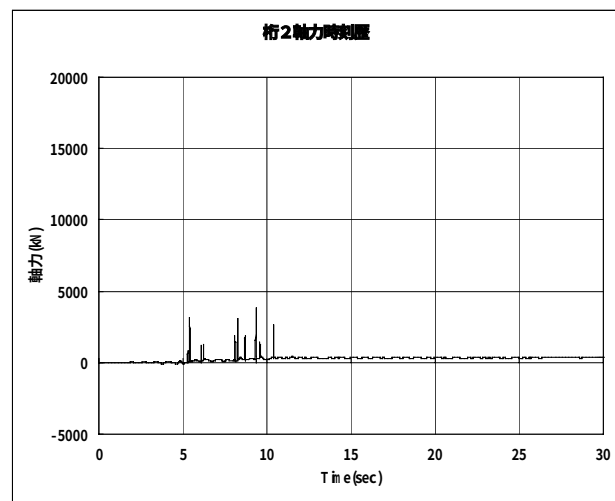
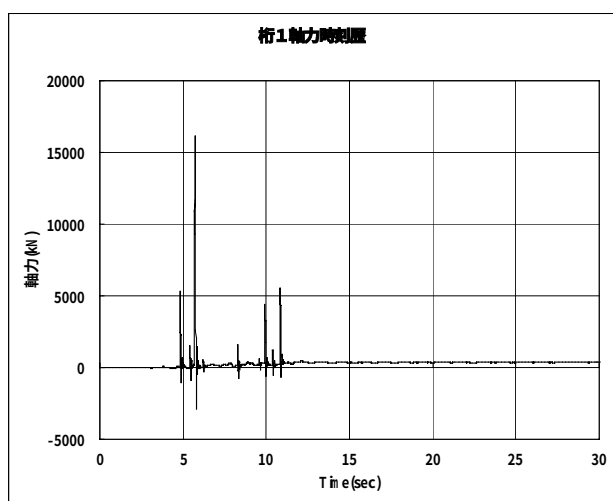


図 5 衝突考慮時 桁部時刻歴軸力

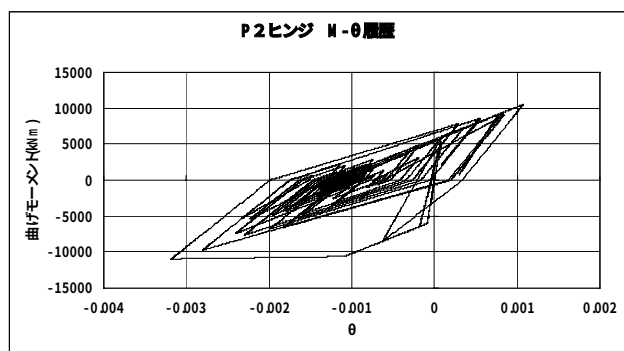
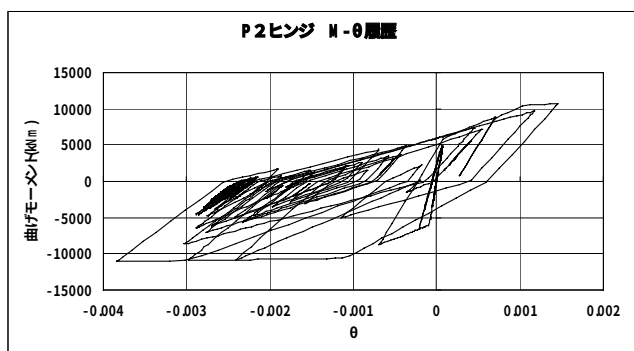
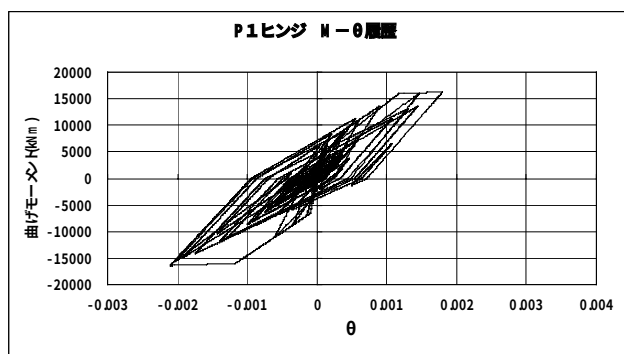
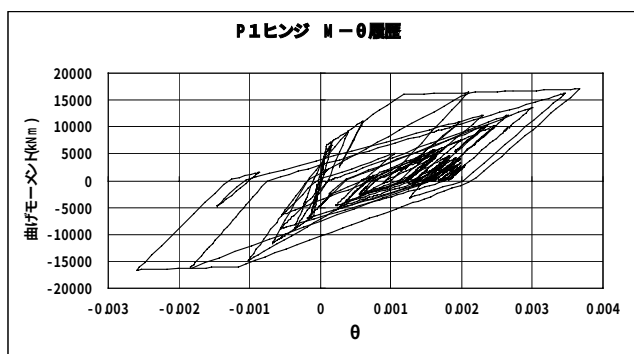
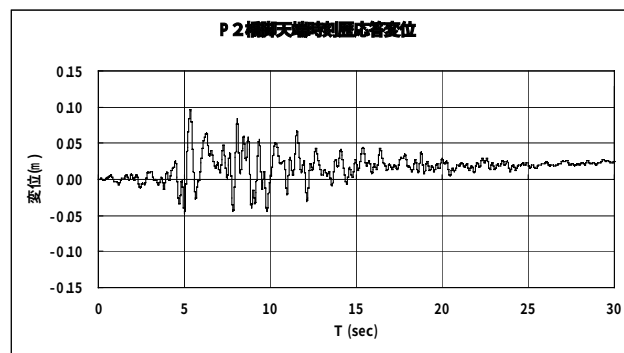
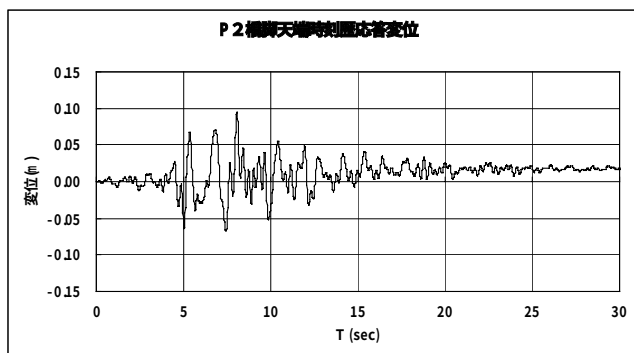
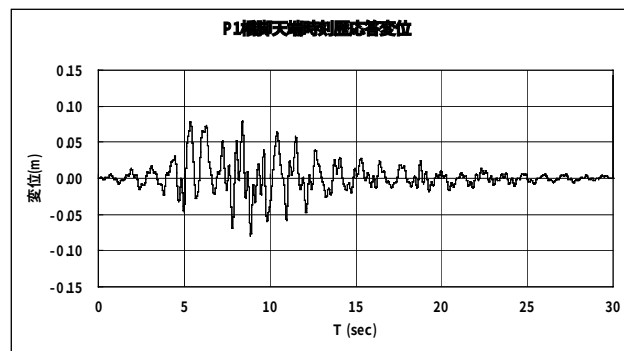
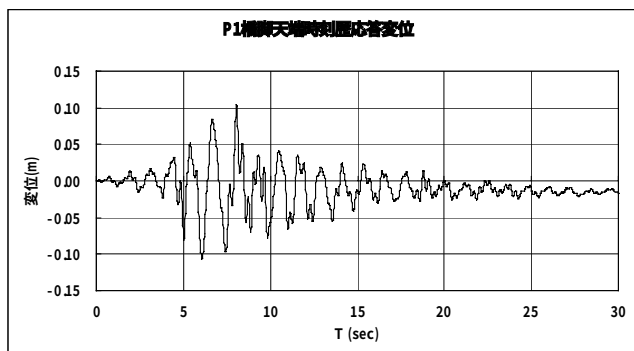


図6 橋脚ヒンジ部 M-θ履歴



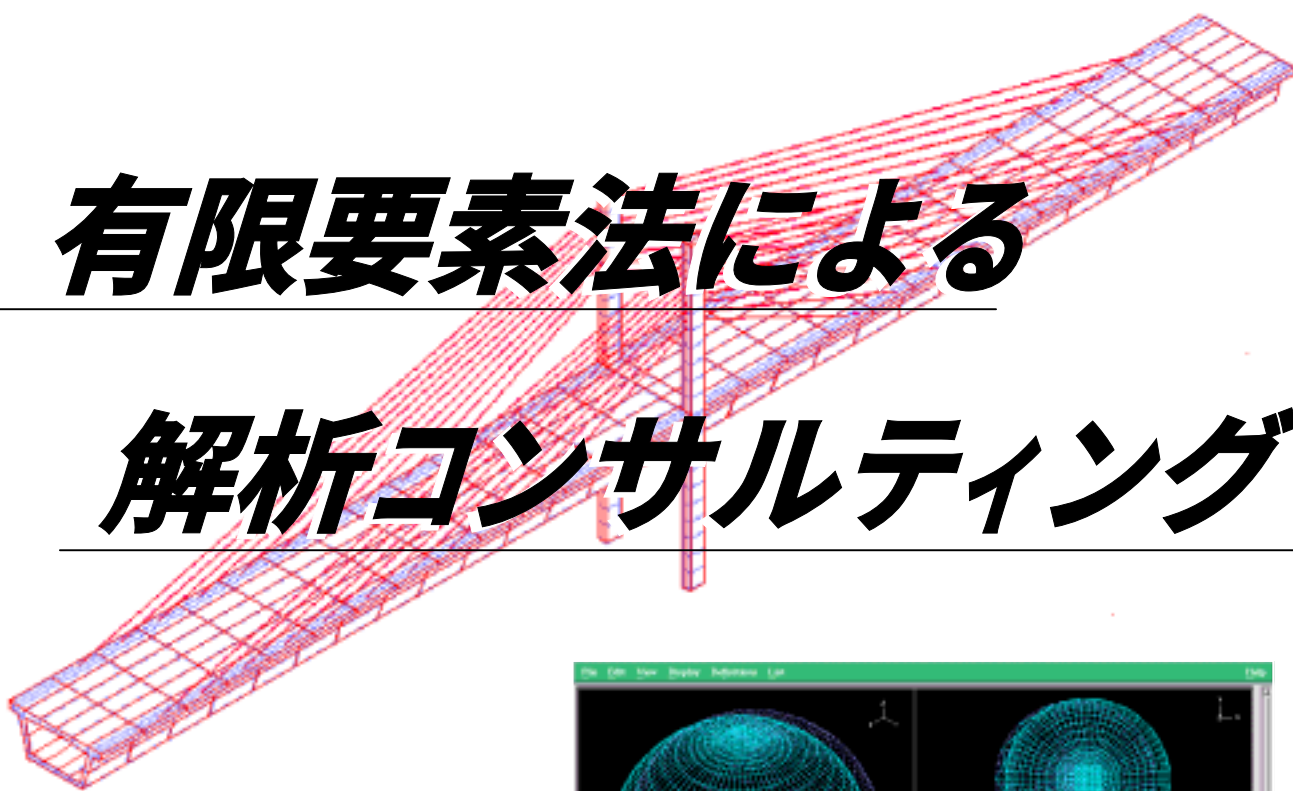
衝突考慮なし

衝突考慮

図7 橋脚天端時刻歴応答変位

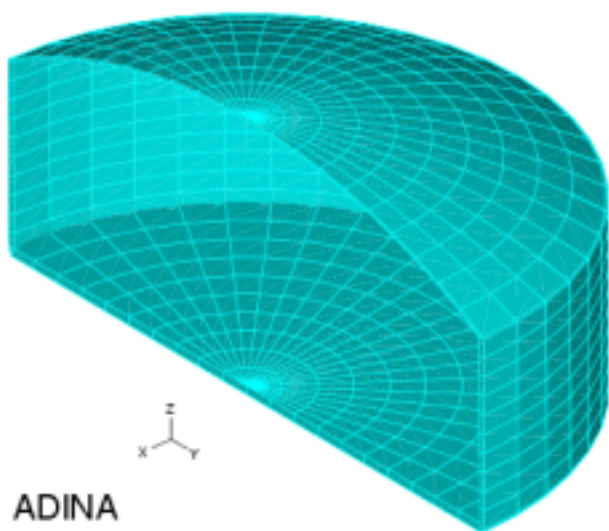
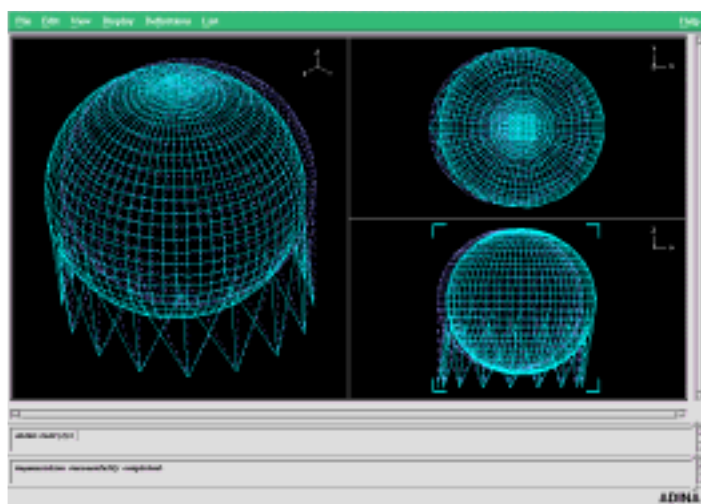
有限要素法による

解析コンサルティング



非線形有限要素法プログラム

ADINAを用いた解析コンサルティングがご好評をいただいております。構造・地盤から熱流体まで、様々な問題を解決してきたノウハウにご期待ください。

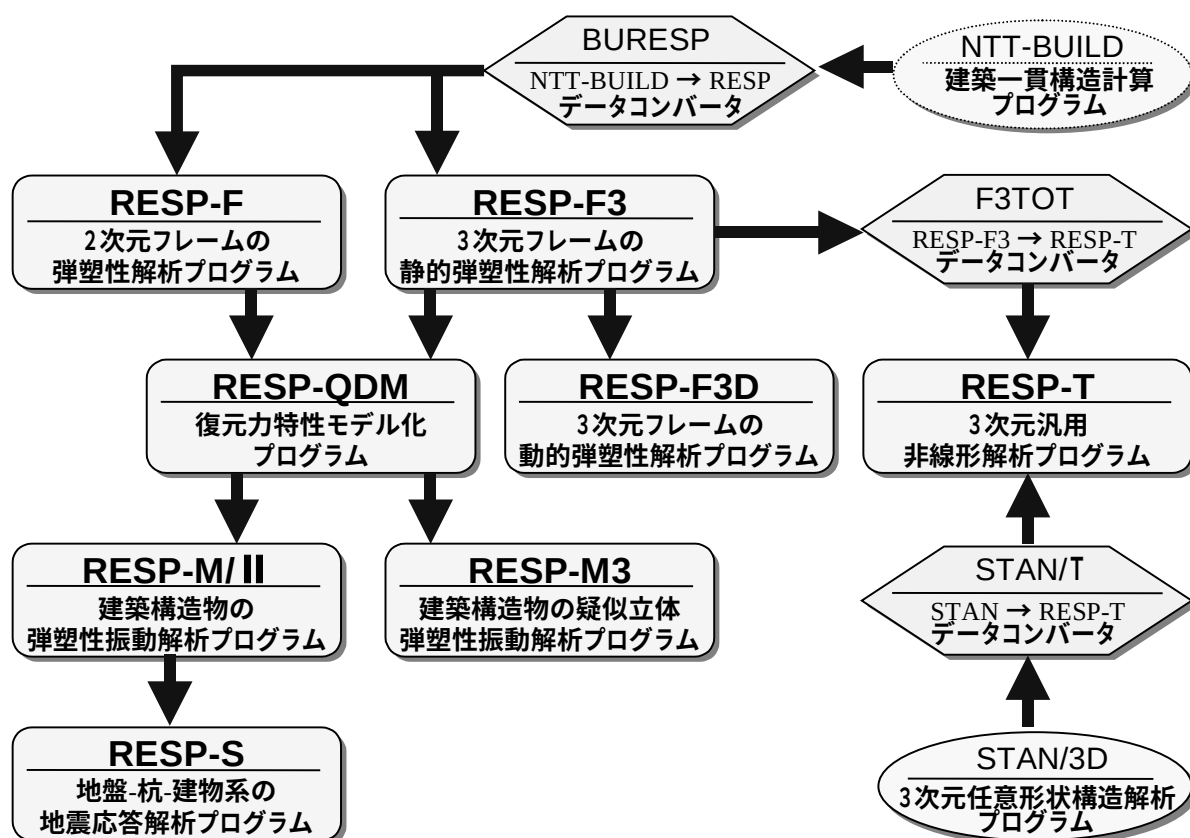
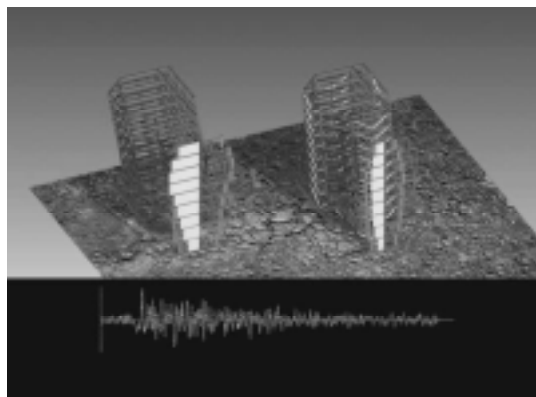


ADINA

★ADINAはADINA R&D, Inc. (米国) の登録商標です。

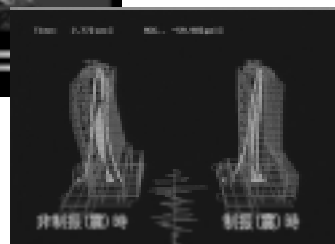
建築構造物の耐震解析プログラム RESPシリーズ

建築構造の高性能化を支援し続ける構造解析プログラム



RESPシリーズ適用事例

- ・超高層建築の地震応答解析
- ・高層RC建築の地震応答解析
- ・免震構造解析
- ・各種制震構造解析
- ・不整形構造のねじれ応答解析
- ・非剛床構造の静的動的解析
- ・高層建築、免震建築の地盤-杭連成解析
- ・長大構造物の位相差入力解析
- ・大スパン構造物の上下動水平動同時入力解析
- ・高層建築の風応答解析
- ・建築構造物の機械振動、交通振動、歩行振動解析
- ・ドーム構造物の大変形解析、座屈解析



BUILDの開発元は(株)NNTデータです。

(株) 構造計画研究所 解析技術年表

主要な解析関連実績	年 代	会社沿革
	1960	(株) 構造計画研究所設立
	1965	大阪支所 (現在支社) 開設
●FEMによる土堤・壁地盤の弾塑性解析 ●軟弱地盤上の剛体振動解析 ★地震波シミュレーション	1970	九州支所開設
●岩盤の掘削クリープ解析 ●ダム軸が湾曲したフィルダムに関する研究 ★原子力発電所の為の断層解析 ●不飽和浸透流解析	1975	北海道支所開設
●燃料棒非線形解析 ●岩盤内気体拡散シミュレーション ●フィルダム浸水沈下解析 ★建築物保有耐力計算 ★原子力発電所建屋耐震解析 ■SuperFLUSH	1980	
●ガラス熱流動解析 ●原子炉建屋斜め入射解析 ●3次元乱流解析 ★格子モデルによる相互作用解析 ●キャスク落下衝撃解析 ●原子力発電所立地確認調査 ★超高層ビルの耐震検討 ■RESP-F ■RESP-M3 ■SuperFLUSH3D ■NANSSI ■RESP-F3 ■HOTFLOW II	1985	新宿事務所開設 熊本構造計画研究所開設
★原子力発電所耐震リスク評価 ●ガスタンク蓄圧シミュレーション ●射出形成離形時そり解析 ★HOTFLOWによる熱流動解析 ●プラスチック射出形成CAE ■RESP-S	1990	熊本構造計画研究所新社屋完成
★地盤の液状化を考慮した地震応答解析 ★地下構造物の耐震解析 ★多柱列モデルによる地震応答解析 ★トンネル近接施工解析 ★免制震構造地震応答解析 ●人工島護岸の耐震解析 ●アーチ/フィルダム動的解析 ★高層RC地震応答解析 ★シールド近接施工 ■RESP-T ■RESP-F3D ■FRONT	1995	福岡営業所開設 名古屋営業所開設
★道路橋の耐震解析 ★鉄道構造物の耐震解析 ★交通振動・環境評価解析 ★上下水道施設の耐震解析 ■設計用入力地震動 ■各ソフトWindows化 ■AC-DESIGN ■WIND-DESIGN ■ASCARS	2000	本所新館完成

★ 頻出テーマの業務本格化時期 ● トピックステーマ ■ ソフトウェア初版リリース (現在も販売中のもの)

解析雑誌 Vol.3 読者アンケートのお願い

今回の解析雑誌はいかがでしたでしょうか？

本誌もほぼ同構成でようやく3号目に辿りつきましたが、実はここで一度、編集スタッフの再編成や紙面の見直しを行う予定になっています。このため次回お目にかかるまでには少々時間が空いてしまいそうです。また、そのときにはちょっと様子が変わっているかも知れません。ただ、今後ともホットな情報をお届けできるよう努めていきたいという考えに変りはありませんので、是非、次号以

降にもご期待ください。

今後の本誌が皆様にとって有益なものとなりますよう、是非とも本ページ下のフォームにご意見・ご要望をご記入の上、下記番号まで FAX にてお送りください。eメールにて同内容をお送りいただいても結構です。ご協力をお願いします。

尚、本誌および弊社へのお問い合わせは右ページに記載の TEL、FAX、Eメールで承っております。

お名前			
会社名			
電話番号		FAX 番号	
Eメール			

本誌の内容について全般的な感想をお聞かせください	☐ 業務上参考になった ☐ 業務とは直結しないが興味深かった ☐ あまり面白くなかった ☐ 主旨が理解できない ☐ そのほか：
特に興味深かった記事・報文があればお書きください	
今後の刊行についてご意見をお聞かせください	☐ 次号があるならまた読みたい ☐ 次号はもっと高度な内容を ☐ 次号はもっと入門的な内容を ☐ 次号以降には期待できない ☐ 定期刊行をのぞむ（年____回程度） ☐ そのほか：
次号以降の内容に関してのご要望があればお聞かせください	分野： ☐ 建築 ☐ 橋梁 ☐ 地盤 ☐ 地下構造 ☐ 上下水道 ☐ 河川 ☐ 港湾 ☐ 環境 ☐ 地震防災 ☐ そのほか（ ） テーマ：
本誌と関連の深いKK解析ホームページについてお聞きします	☐ 前から見ていた ☐ 本誌で知ってアクセスした ☐ まだ見ていない ホームページのご感想を一言：
そのほか本誌あるいは業務内容などに関して、ご意見・ご要望・お問い合わせなどありましたらお書きください	

FAX 03-5342-1236 構造計画研究所「解析雑誌」編集担当行

お問い合わせはこちらへ

本誌あるいは弊社の解析サービス・解析ソフトに関してのお問い合わせは下記までお願いいたします。

(株) 構造計画研究所 解析技術本部

〒164-0011 中野区中央 5-4-3

TEL 03-5342-1136 FAX 03-5342-1236

E メール: kaiseki@kke.co.jp

また、本誌と連携して情報発信を行っております、構造計画研究所解析技術本部のホームページにも是非お立ち寄りください。

URL: <http://www4.kke.co.jp>

尚、構造計画研究所全社の URL は <http://www.kke.co.jp> です。

各地の支社、営業所でもお問い合わせを承っております。尚、解析 ASP サービスについてのお問い合わせは上記の解析技術本部のみでお受けしております。ご了承ください。

●大阪支社 06-6243-4500 ●北海道支所 011-261-0671
●福岡営業所 092-482-8821 ●名古屋営業所 052-222-8461

解析雑誌

Journal of Analytical Engineering Vol.3 2001.5

(株) 構造計画研究所 解析技術本部 編集・発行

本誌は非売品です。本誌掲載記事・広告の無断転載を禁じます。

Windows は米国マイクロソフト社の登録商標です。

Journal of Analytical Engineering,
Vol.3, 2001.5

Kozo Keikaku Engineering, Inc.