

UC-win/FRAME(3D)最新解析事例2 特集2

UC-win/FRAME(3D)は、2005年にVer.1.05～Ver.1.07、2006年にVer.2.00をリリースし、設計実務で求められる機能を中心に改良、拡張を重ねています。また、当社の「UC-win/FRAME(3D)解析支援サービス」による設計実モデルへの適用事例も多くの実績が挙がってきています。ここでは、これらの適用事例やその効果について月刊誌「橋梁と都市プロジェクト」(橋梁編纂委員会刊)に連載された「～土木構造物における3次元解析、動的解析、非線形解析など解析技術適用の事例とその効果～」(第4回～第6回)の図表抜粋を最新解析事例2として紹介いたします。

第4回 ロックシェッドの立体モデルへの適用 記事概要抜粋

1. はじめに

本稿では、箱型ラーメン構造のロックシェッドへの適用例を紹介する。通常、2次元弾性解析による許容応力度法で設計されるが、今回は、背面斜面の地下水位が高く、地震時に背面斜面も一体となって挙動することが危惧されたため、3次元非線形動的解析まで実施するものである。

2. ロックシェッドの立体モデルへの適用

1) 解析対象

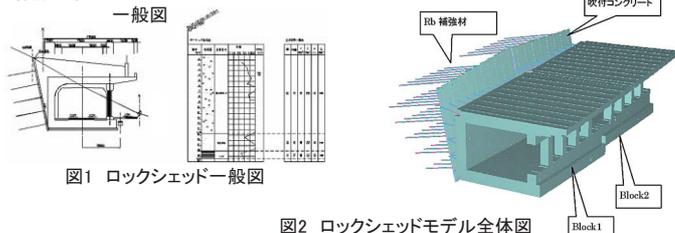


図1 ロックシェッド一般図

図2 ロックシェッドモデル全体図

2) 解析モデル

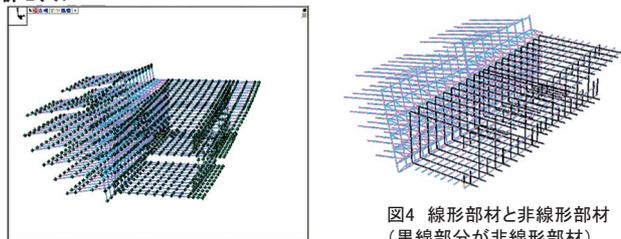


図3 骨組みモデル図

図4 線形部材と非線形部材 (黒線部分が非線形部材)

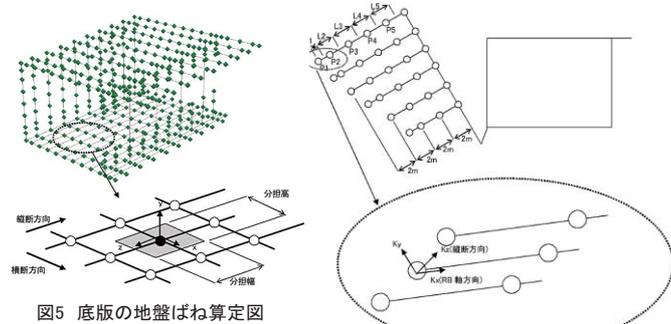


図5 底版の地盤ばね算定図

図6 ロックボルトの地盤ばね算定図

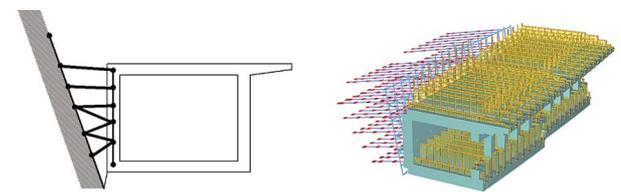


図7 背面斜面とロックシェッドの結合モデル

図8 ロックシェッド自重荷重図

3. 解析結果

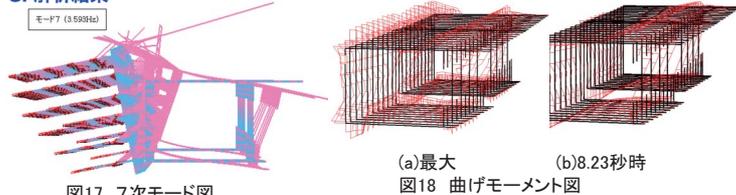


図17 7次モード図

(a)最大 (b)8.23秒時
図18 曲げモーメント図

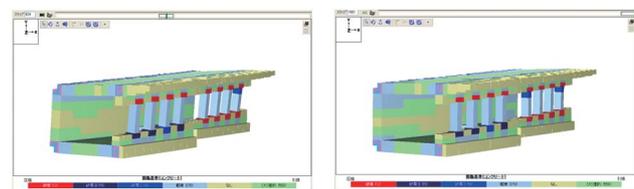
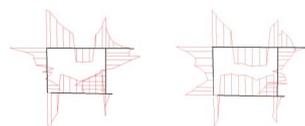


図19 損傷状況および変位図(8.23秒時)

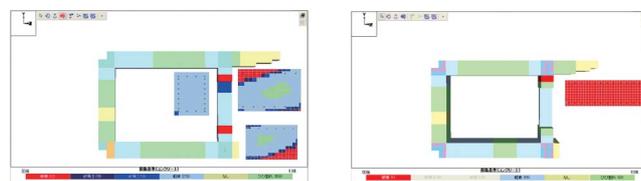
図20 最終損傷状況および変位図(19.0秒時)

表-2 上下梁断面の損傷状況一覧表

	No.1断面		No.2断面	
	上梁	下梁	上梁	下梁
柱1				
柱2				
柱3				
柱4				



(a)3次元モデル (b)2次元モデル
図21 最大曲げモーメント図



(a)3次元モデル (b)2次元モデル
図22 損傷状況図

4. まとめ

ロックシェッドの設計に際して、断面力図の傾向から弾性解析であれば、2次元解析でも3次元解析でも同じような結果が得られると想定され、この場合2次元解析による設計でも十分と考えられる。しかし、2次元解析では、モデル化した横断面内の部材のみが外力に抵抗することになり、実際には連続している道路軸方向へ応力の再配分が表現できない。特に、材料非線形を考慮する場合は、2次元解析によると破壊箇所に応力が集中し、過度な変形が生じやすくなる。よって、今回のような応力配分が期待出来る構造については、3次元解析により行うことがより合理的な構造設計を可能にするものとする。

第5回 偏心橋脚を有する橋梁の地震時挙動の評価 記事概要抜粋

1. はじめに

実際の地震動は、水平動や鉛直動が入り交じり、構造物を揺さぶる地震荷重を1方向に限定することは非常に難しい。よって、ここでは、実際の地震動と同じ2方向の水平動を利用した3次元動的解析を実施し、現行の設計で多用される水平1方向地震動による2次元動的解析の結果と比較することにより、3次元動的解析を利用した耐震性能照査の着目ポイントを整理する。

2. 解析対象と解析モデル

1) 解析対象

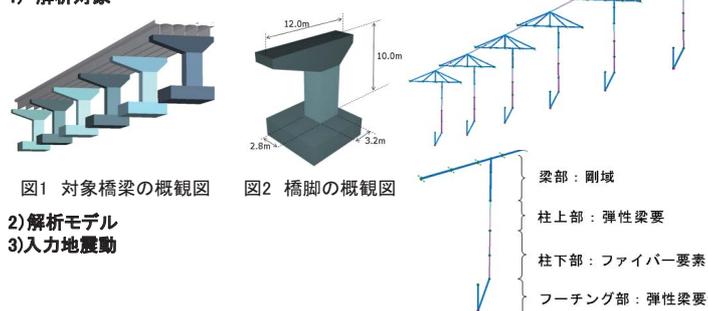


図1 対象橋梁の概観図

図2 橋脚の概観図

梁部：剛域
柱上部：弾性梁要素
柱下部：ファイバー要素
フーチング部：弾性梁要素

2) 解析モデル

3) 入力地震動

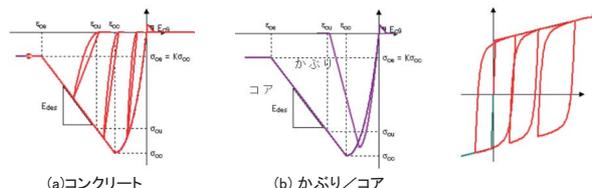
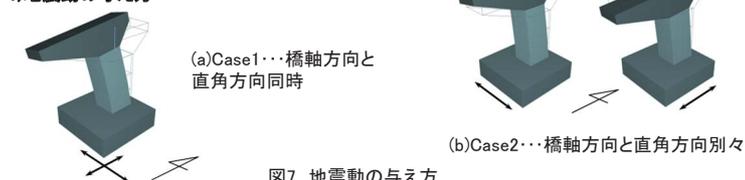


図5 ファイバー要素に適用する材料モデル

3. 水平2方向地震動の与え方

1) 地震動の与え方



(a)Case1・・・橋軸方向と直角方向同時

(b)Case2・・・橋軸方向と直角方向別々

図7 地震動の与え方

3) 解析結果

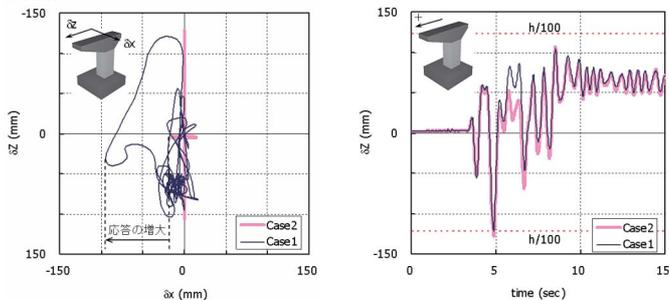


図8 P2橋脚の応答変位のオービット

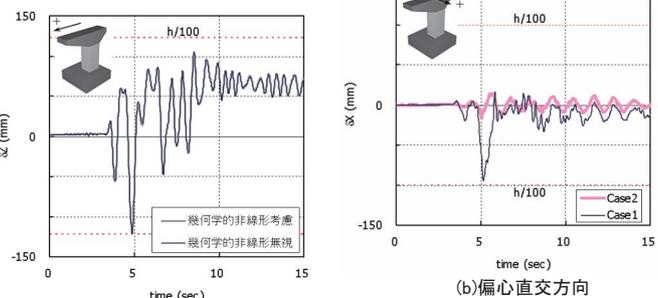


図9 幾何学的非線形の影響

4. 水平2方向地震動の入力角度の影響

1) 地震動の作用のさせ方

2) 解析結果

5. まとめ

1) 今回の対象においては、橋軸方向と橋軸直角方向に地震動を同時に作用させた時、それを別々に作用させた場合に比べ、偏心直角方向(=橋軸方向)への応答が大きく増大することが確認された。また、橋軸方向と橋軸直角方向に地震動を別々に作用させる場合、互いの方向の挙動を独立に扱うこととなり、実際の地震時の現象と異なっていることが予想される。よって、橋軸方向と橋軸直角方向に地震動を同時に作用させることは、地震時の安全性に対しより正しい評価を与えるものと考えられる。

2) 地震動の正負を反転する(0度→180度、90度→270度)だけで、最大応答が大きく異なることが確認された。今回のモデルが、偏心橋脚を有する非対称構造であるため、その影響が著しいものとなったと予想される。また、偏心方向の応答において、その最大応答が偏心曲げによる初期変形と同じ方向に生じた場合、残留変形が著しく増大すると予想される。よって、方位の与え方(=地震動の入力角度)が、橋脚の最大応答および残留変形に大きな影響を与えることとなり、複数の入力角度による検討が、地震時の安全性に対し非常に有効であるものと考えられる。

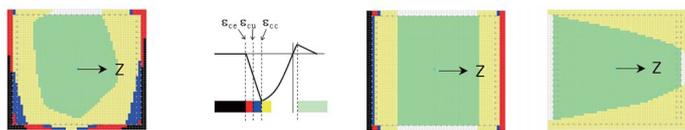


図11 P2橋脚基部の最大ひずみの分布図

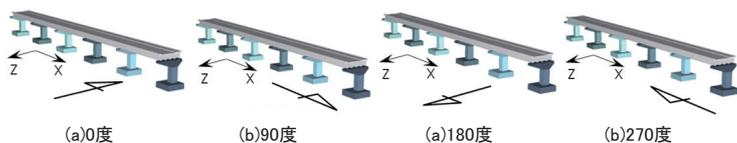


図12 橋梁の方位の定義

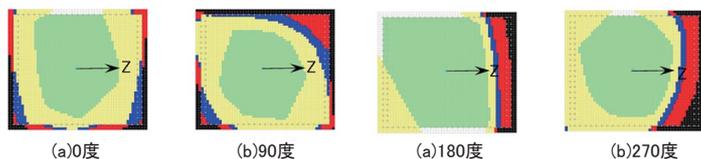


図13 P2橋脚基部断面の最大ひずみの分布

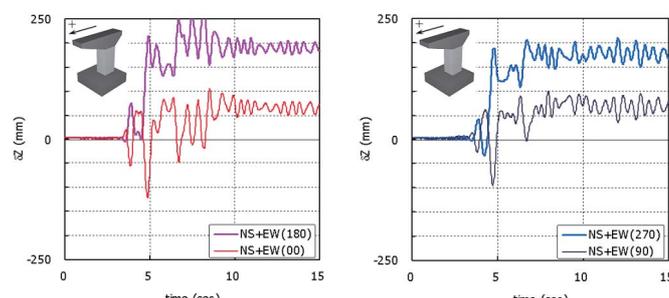


図14 P2橋脚の橋軸直角方向の応答変位

第6回 池状構造物の立体モデルへの適用

記事概要抜粋

1. はじめに

構造物は、自重や外力の作用を受けた場合、実際は3次元的な挙動となる。したがって、構造解析も3次元解析によるのが望ましい。今回は、四面を側壁と妻壁に囲まれた池状構造物に着目して、3次元静的弾性解析を実施し、従来から実施されている2次元静的弾性解析と比較することにより、より合理的な設計手法の提案を行う。

2. 池状構造物の立体モデルへの適用

1) 解析対象

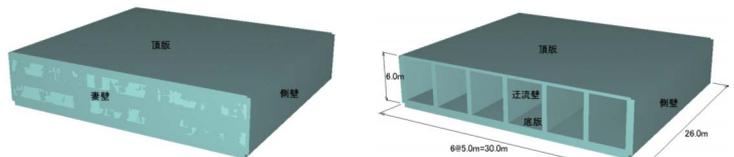


図1 壁式構造全体図

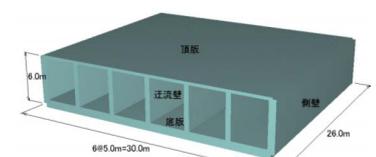


図2 壁式構造全体図(前面妻壁省略)

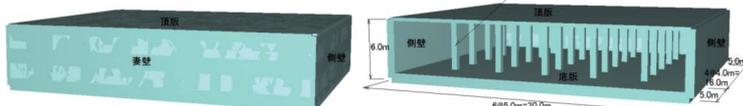


図3 壁柱構造全体図

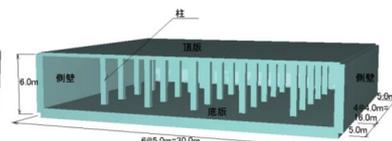


図4 壁柱構造全体図(前面妻壁省略)

2) 壁式構造(3次元モデル)

a. 解析モデル

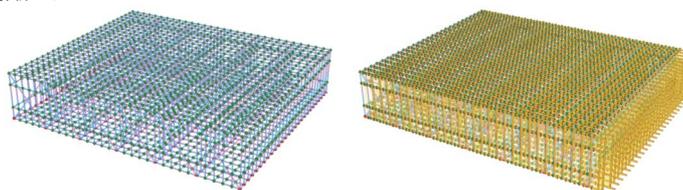


図5 壁式構造骨組みモデル図

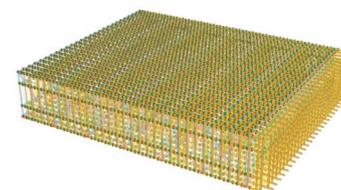


図6 壁式構造載荷荷重図

b. 荷重設定と照査位置

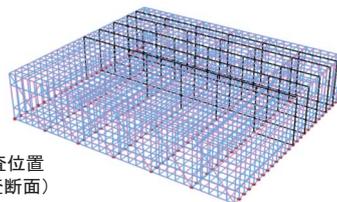


図7 壁式構造照査位置(黒線部分照査断面)

c. 解析結果

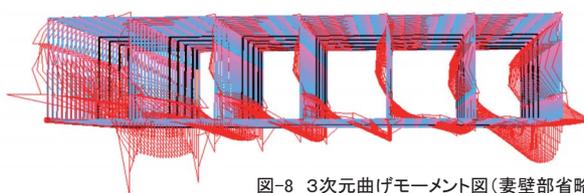


図8 3次元曲げモーメント図(妻壁部省略)

3. 3次元解析と2次元解析の比較

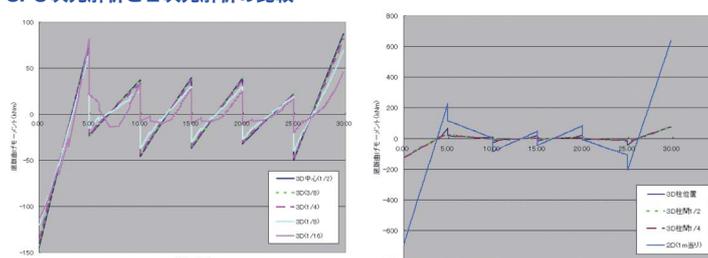


図14 各照査位置での曲げモーメント分布図(底版部)

図31 3次元解析と2次元解析の比較図(壁柱構造、底版部曲げモーメント分布図)

4. まとめ

池状構造物の構造解析に関して、壁式構造と壁柱構造について3次元および2次元モデルを用いて静的弾性解析を実施した。壁式構造の解析の結果、せん断抵抗壁(妻壁)の抵抗により断面力が大きく低減されるが、特に、せん断壁近傍の部材にその影響が大きいことが確認できた。また、最大曲げモーメントについて、3次元モデルによる2次元モデルの1/3~1/4程度になることも確認できた。壁柱構造の解析の結果、通常フラットスラブで用いられている分配率を規定している柱列帯と柱間帯の境界が、柱間の1/4の地点にあることが解析結果からも確認できた。また、最大曲げモーメントについて、3次元モデルによる2次元モデルの1/3~1/6程度になることも、壁式構造と同様、確認できた。よって、四面を壁で囲まれた池状構造物に関しては、3次元(=立体)モデルによる解析を実施することで、より合理的な構造設計が行えるものと考えられる。

図30 3次元解析と2次元解析の比較図(壁式構造、底版部曲げモーメント分布図)