

# 効率よく保耐法を

## ～地震時保有水平耐力の照査(EARMEST)～

Seismic Design System EARMEST

菅野 晃生  
Akio SUGANO

川田テクノシステム(株)設計部技術課  
係長

石井 喜代志  
Kiyoshi ISHII

川田テクノシステム(株)設計部技術課

西村 寧人  
Yasuto NISHIMURA

川田テクノシステム(株)設計部技術課

平成8年12月に「道路橋示方書・同解説 耐震設計編」が改訂され、耐震設計が大きく変わったことはすでにご周知のことと思います。その内容は、大きく分けて地震時保有水平耐力法（以下保耐法）による照査と動的解析による照査の2つが挙げられます。

保耐法による照査は、ラーメン橋脚の照査（既設橋脚の補強設計）やラーメン橋の照査（斜橋 etc.）などのように構造形式別に計算方法や考え方が異なっており、手間のかかるものも多いかと思えます。現在、それらに対応したアプリケーションソフトも発売されていますが、それらは、ある特定の範囲のみ計算可能となっているか、もしくは、成果品とするにはかなりの手間がかかるものです。

今回、主として保耐法による照査について、川田テクノシステム（KTS）設計部技術課にて処理している内容と、その際主に使用している耐震設計支援システム

「EARMEST（アーメスト）」について紹介をします。

### 地震時保有水平耐力法の分類

本来、保耐法は1質点系として扱える構造物に適用すると規定されている考え方ですが、現在では、多柱式ラーメン橋脚、上下部一体構造のラーメン橋（複合ラーメン橋・PCラーメン橋・斜ラーメン橋など）にも適用されています。特にラーメン橋の適用では、保耐法による照査において上部工の断面が決定されるという新たな局面を迎えています。

耐震設計支援システム「EARMEST」を運用した保耐法による照査の分類を下表に示します。

EARMESTは保耐法の照査においてほとんどの計算項目について内部自動計算が可能となっています。表には、ユーザーにより別途作業が必要となるものについても明記しています。

現在KTSで処理している地震時保有水平耐力照査一覧表

形 式		EARMEST にて処理	備 考
橋	コンクリート 単柱形式 		・段落し部での損傷の判定可 ・補強後の照査可
	ラーメン形式 		・水平力に対する鉛直力はユーザーにて算出 ・多本柱式ラーメン橋脚に対応可 ・補強後の照査可
脚	鋼製 単柱形式 	×	・別ソフトにて処理
橋	コンクリート橋脚形式 ラーメン橋 		・軸力変動を考慮しない場合は、EARMESTにて「非線形静的解析」を実施 ・橋軸方向の照査のみ可
	斜材付型 ラーメン橋 		・動的解析メニューの「非線形静的解析」を実施 ・橋軸方向の照査のみ可 ・軸力変動考慮不可

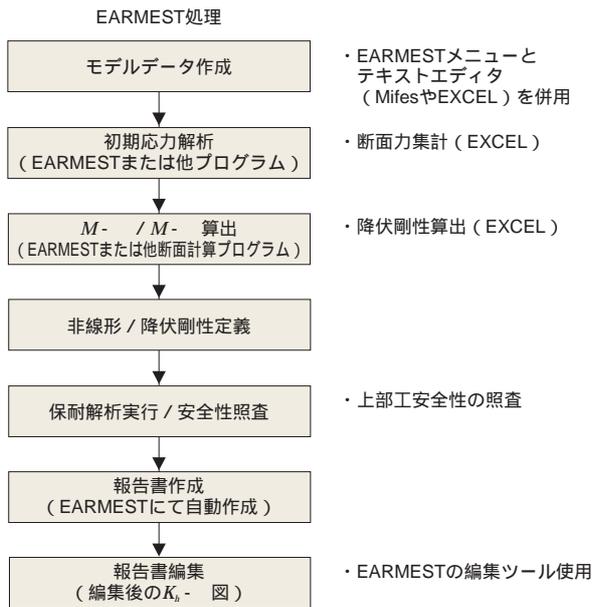
: EARMESTにて自動処理可      : EARMESTにて処理可      × : EARMESTにて処理不可

## PCラーメン橋の地震時保有水平耐力の照査事例

EARMESTを用いた照査は下図のフローにて処理を行います。ここでは図に示すPCラーメン橋の照査を行いました。



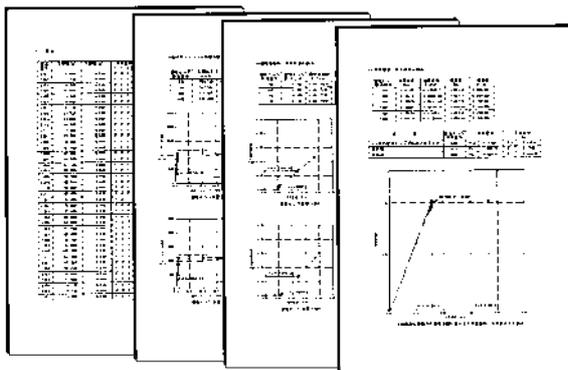
解析モデル



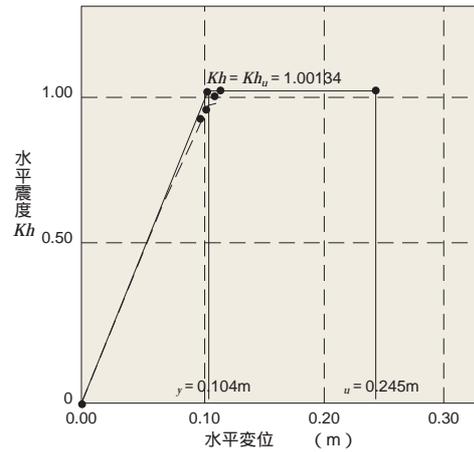
照査フロー

初期応力解析において、自重のみを考慮する場合はEARMEST内部で自動処理できますが、PC断面等の設計断面力を荷重で再現できない場合は、設計断面力を直接入力することで処理可能です。また、降伏剛性算出は、EARMESTもしくは別プログラムで算出した $M-\delta$  関係や $M-\theta$  関係よりエクセルなどで運用します。

下図は、EARMESTの特徴の一つである報告書出力の例です。



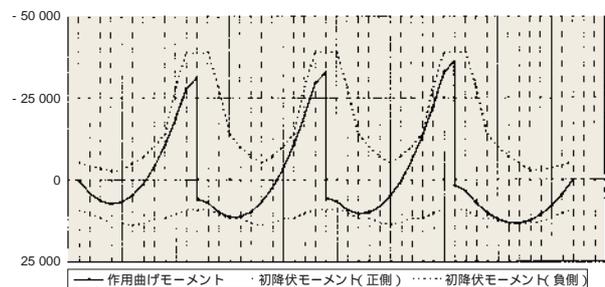
報告書出力



水平震度 - 水平変位 ( $K_h - \delta$ ) の関係

上図は水平震度 - 水平変位 ( $K_h - \delta$ ) の関係を図化したものです。現状のEARMESTでは、水平力 - 水平変位 ( $P - \delta$ ) の結果のみ出力可能となっており上図は編集作業を行ったものです (EARMESTの報告書編集機能を使用)。

上部工の安全性照査は、現状のEARMESTではその処理機能がなく別途処理が必要となります。下図は、上部工の初降伏モーメントを別途算出しEARMESTで求めた終局時の曲げモーメントをエクセルでグラフ化したものです。



上部工安全性照査

## おわりに

EARMESTには保耐法による照査以外に非線形時刻歴応答解析や非線形静的解析の単独処理が可能となっています。道路公団タイプ (非線形特性がトリリニア型である) などの保耐法照査には「非線形静的解析」を単独で用いることで対応しています。

構造形式によっては上部工・下部工ともに耐震設計照査時に断面が決定される場合がありますが、耐震設計業務は全体の設計計算の中においてごく限られた時間の中で行うことが多いように思います。構造形式を見極め、照査方法を選定し、また、それに伴うより良いプログラムやツールを使用することで、日ごろの耐震設計業務の効率化を図ることができると考えています。

今後、EARMESTの適用範囲を実務ベースの耐震設計支援システムとして順次バージョンアップする予定です。