

日本電子計算(株) 正会員○丹羽量久 大阪市立大学 正会員 北田俊行
大阪市立大学 正会員 山口隆司 日本電子計算(株) 打越丈将

1. まえがき

多大な人的・経済的損害をもたらした兵庫県南部地震以降、既設構造物の耐震補強設計法についての検討が活発に進められている。¹⁾²⁾³⁾ 過去の設計規準⁴⁾⁵⁾により設計された既設構造物の保有耐力を的確に把握することは、合理的な補強方法を決定するための重要な課題である。本来、構造物の耐荷力は実験から得るのが望ましいが、供用中の構造物を破壊することは不可能である。

一方、コンピュータの飛躍的な性能向上と高度な数値解析法の確立により、構造物の耐荷力を実用的精度で算出することは可能となった。しかし、現状で用いられる解析モデルは設計図面を基に作成されるため、強度に影響を及ぼす実寸法やゆがみ・でこぼこなどの現存する種々の不整を考慮することはできない。

本研究では、種々の情報技術を活用して実物の特徴を忠実に反映させた解析モデルの構築を試みる。解析結果を有効に使って、構造物の画像を実際の損傷に近い状態で変形させたり、ひずみや応力状態を重ね合わせて視覚的に表現し、損傷評価が適切に行える支援方法を考案する。これらをシステム化して、既設構造物の終局挙動を的確に把握して、保有耐力を精度よく評価できる数値解析システムを開発する。

2. システムの概要

図-1 に本システムのフローを示す。このシステムは大きく6つのサブシステム(①:画像情報から対象構造物の三次元形状を認識するシステム, ②:①で得られた画像情報から可視化用の画像データを作成するシステム, ③:対象構造物の構成要素の面外方向不整を超音波により計測するシステム, ④:①と③のシステムから得られた情報と材料情報とを統合して、数値解析モデルを構築するシステム, ⑤:数値解析により対象構造物の保有耐力と終局挙動を推定するシステム, ⑥:②の画像データを使って、⑤で得られた解析結果を可視化するシステム)により構成される。

3. 解析モデルの構築方法

サブシステム①, ③, および④が該当する。CCD カメラあるいは写真・スキャナーを利用して得られた既設構造物の画像情報から三次元座標を収集したり、設計時のデジタル情報を参考にして評価対象構造物の寸法形状を認識する。この形状情報を用いて解析モデル作成に必要な形状データを作成する。一方、強度に影響する細部の初期変形(ゆがみ・でこぼこ)は、構造全体の形状情報と比較して繊細な情報を必要とするので、非接触型の超音波形状計測装置により高精度で計測する。ただし、その計測位置は形状データの節点位置とは一致しないので、補完や間引き操作が必要である。これらの形状・不整データと弾性係数、降伏点、溶接残留応力などの材料データとを統合して解析モデルを完成させる。

4. 数値解析方法

サブシステム⑤が該当する。既設構造物の保有耐力と終局状態に至るまでの挙動は有限要素法による弾塑性有限変位解析⁶⁾により計算する。

5. 損傷評価の支援方法

サブシステム②および⑥が該当する。一般的に、汎用プリ・ポストプロセッサ⁷⁾には、解析結果を使って FEM メッシュを変形させたり、応力値をカラー表示したりする機能が備わっている。しかし、適切な耐震補強方法を決定するためには、終局状態に至るまでの挙動の的確な把握が必要である。そのためには、解析結果をできる限り現実的に近い形で可視化するのが望ましい。本研究では、既設構造物の画像情報を形状データと同様にメッシュ分割した画像データを作成し、この画像データを解析結果により変形させることで高い

現実感を再現できる。
さらに、必要に応じて
立体視環境での可視化
が可能である。

6. 破壊過程の推測

兵庫県南部地震で
被災した構造物の中
には、健全時に撮影さ
れた画像が残ってい
るものがある。この
画像情報を基に本シ
ステムを適用するこ
とにより、構造物の
損傷・破壊過程や地
震動による加振方向
を高精度で推定する
ことが可能になると
考えられる。

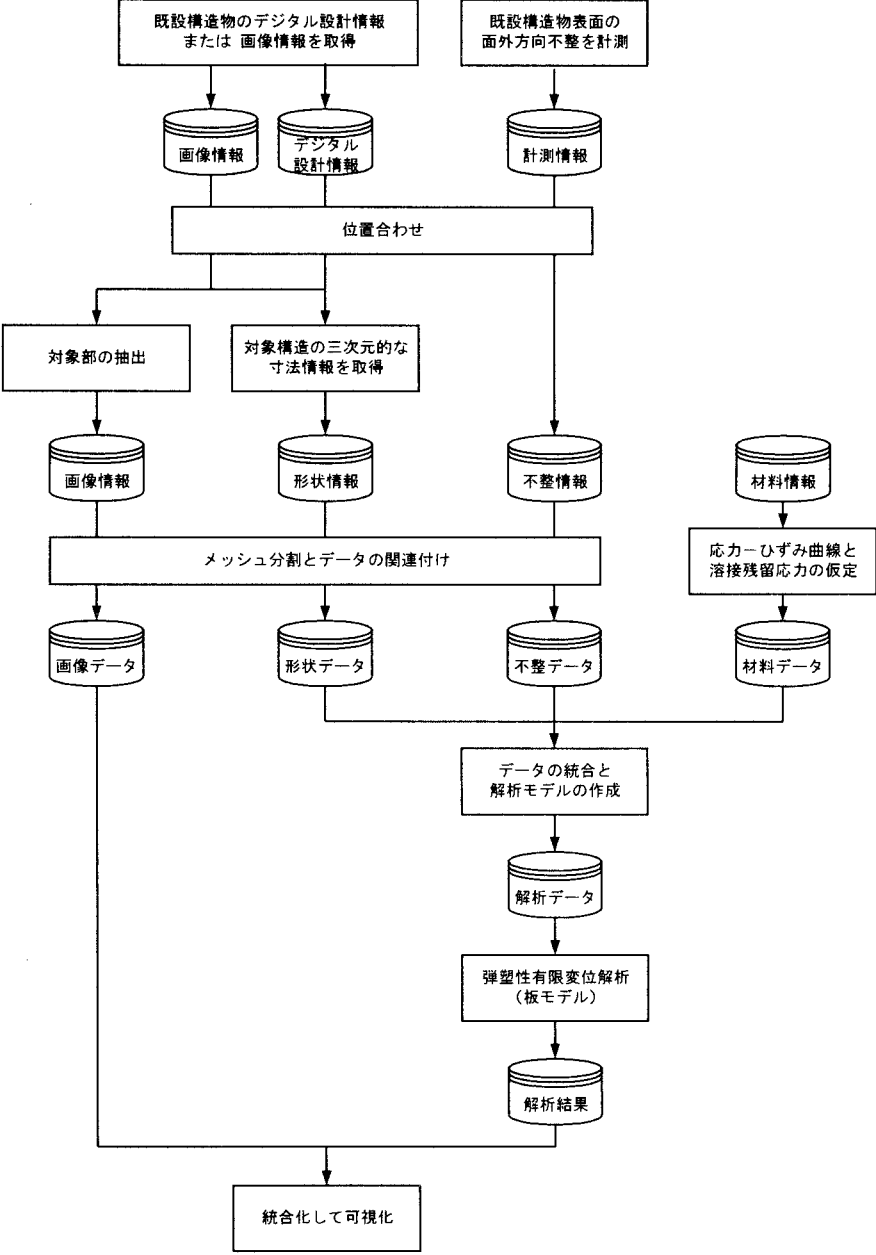
7. あとがき

本研究では、画像情
報技術を活用するこ
とにより、既設構造
物の補強方法を決定
するために必要な、
保有耐力を評価する
システムの開発構想
を明らかにした。

本システムは、昨今
継続している都市部
高架橋の鋼製橋脚耐
震補強に適用して、
経済的で合理的な耐
震補強設計法の確立
に大いに貢献するも
のと考えられる。詳
細は講演会当日に述
べる。

本研究は、高度情報技術指向企業クラブから研究費の補助を受けている。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】 1) 建設省：兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に関する仕様, 1995.2. 2) 日本道路協会：既設道路橋の耐震補強に関する参考資料, 1997.8. 3) 阪神高速道路公団，既設鋼製橋脚の耐震補強設計要領(案), 1999.3. 4) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説, 1990.2. 5) 阪神高速道路公団：設計基準 第2部 構造物設計基準(橋梁編), 1990.6. 6) USSP 研究会：USSP ユーザーズ・マニュアル, 入力編, Ver.4.0, 日本構研情報(株), 1999.9. 7) 日本エムエスシー(株)：MSC.Patran ユーザマニュアル Ver.9.0, 1999.12.



図ー 1 既設構造物の保有耐力評価システムの流れ