

# インターネットを用いた並列ハイブリッド実験手法の開発

京都大学大学院	学生員	鈴鹿良和	京都大学大学院	フェロー	渡邊英一
大阪市立大学	正会員	北田俊行	京都大学大学院	正会員	杉浦邦征
大阪市立大学	正会員	山口隆司	京都大学大学院	正会員	永田和寿

## 1 はじめに

近年、優れた力学的特性を有する土木材料の開発によって、土木構造物にも力学的特性の異なる様々な構造要素からなる複合構造が採用されている。このような複合構造物に地震などの動荷重が作用したときの終局時の力学的特性を考慮した信頼性のある設計を行うためには、力学的特性の違いによる要素間の動的相互作用を精度よく評価できる実験手法の構築が必要である。インターネットに代表されるコンピュータネットワークの通信環境が世界的な規模で整備されてきており、それらを用いることによって各地に点在する複数の実験装置を相互依存的に結びつけることが可能である。そこで、本研究ではインターネットにつながれた複数の実験システムを同時に制御することにより、複数の構造要素の力学的特性を同時に評価できる並列ハイブリッド実験手法の開発を行った。

## 2 インターネットを介した通信手法の開発

インターネットを介して2つ以上のハイブリッド実験システムを結びつけるためには、実験システム間の情報伝達を行う必要がある。そこで本研究では、情報を通信するだけの機能を有し、通信相手の決定やその通信タイミングという通信制御を1台のマシンが行うクライアント-サーバ方式による通信手法を開発した。ここで、クライアントとは通信を制御することによってシステム全体を制御する役割を果たし、サーバとは様々なサービスを提供する役割を果たすものとする。なおシステムを構成するOSは、通信分野で標準的に用いられている安定性の高いUNIXを採用した。

本通信手法における制御の流れを Fig.1 に示す。クライアントワークステーション（以下、ワークステーションを WS と示す）のサーバWSへの接続はTCP/IP プロトコルを用いた。接続要求はクライアントが行い、サーバWSは常に接続待ち状態としておく。その際、クライアントはポート

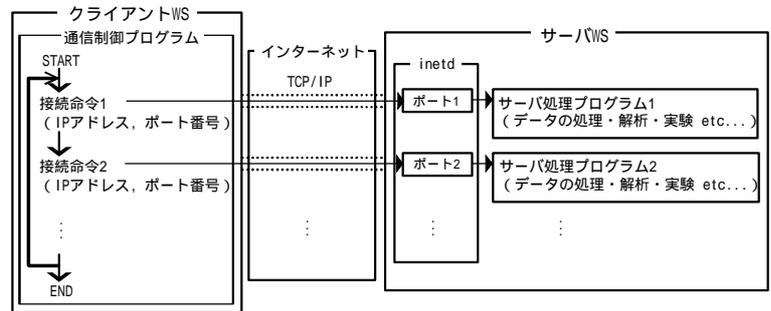


Fig. 1 制御の流れ

番号によってサーバ側のサービスを制御することにした。またサーバWSでは、ポートを監視するためUNIXで標準に立ち上がっているinetdデーモンを用い、クライアントの接続要求にしたがって特定のプログラムを起動し、要求されたサービスを提供する。一般的に、ハイブリッド実験では実験時間が長くなることが予想されるため、サービスが要求されるごとにクライアントWSからサーバWSへ接続し、サービス終了時に接続を切断する。その際、クライアントWSは一定時間おきにサーバWSへ作業終了を判定するフラグファイルの存在を確認することによって、作業終了後タイミングを狂わせることなくクライアントがサーバ側の作業結果を受け取るようにした。したがって、本通信手法ではサーバWSのIPアドレスとポート番号のみ必要としている。またデータの通信は、転送データをファイルに書き込みそのファイルを転送することによって実現している。

## 3 並列ハイブリッド実験手法の開発

本研究で開発した通信手法を用いて2つのハイブリッド実験システムを結び付け、高架橋の橋脚間の力学

Key Words：インターネット，UNIX，ハイブリッド実験，単径間高架橋

連絡先：〒606 - 8501 京都市左京区吉田本町 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻

TEL：075 - 753 - 5079 FAX：075 - 753 - 5130

的特性の違いによる動的相互作用を考慮した地震時応答性状を評価するための並列ハイブリッド実験手法を構築した。構築した実験システムを Fig.2 に示す。本研究では、京都大学内の実験装置と大阪市立大学内の実験装置とを、京都大学内の WS で制御している。なお、京都大学および大阪市立大学の実験制御 PC の OS が WindowsNT であることから、学内 LAN によってつながれたサーバ WS と実験制御 PC との情報の共有化を samba<sup>1)</sup>を用いて実現させることによって、クライアント WS からサーバ WS を中継して実験装置を制御するようにした。

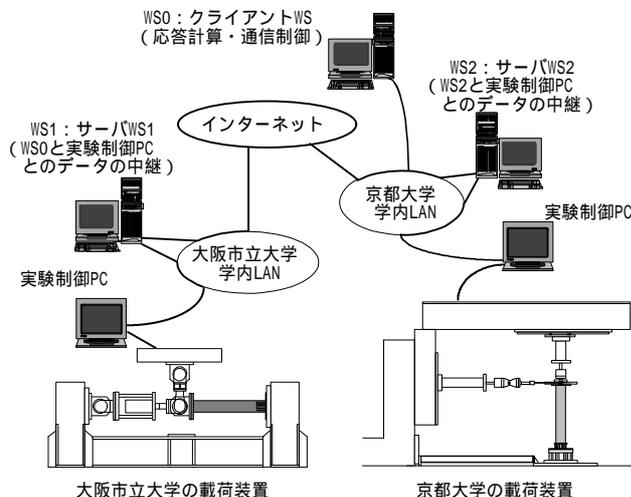


Fig. 2 実験システム

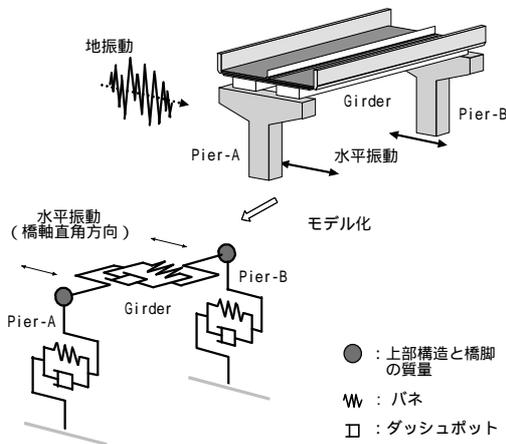


Fig. 3 対象とした単径間高架橋

対象とした単径間高架橋を Fig.3 に示す。応答計算は対象高架橋を 2 自由度 - パネ質点系にモデル化し、その橋軸直角方向の地震時応答を中央差分法によってクライアント WS で解析する。その際、積分時間間隔は 0.01sec とした。また、WS 間で受け渡しに用いたデータはステップ数および目標変位もしくは復元力であり、転送ファイルの大きさは約 20 ~ 60byte である。

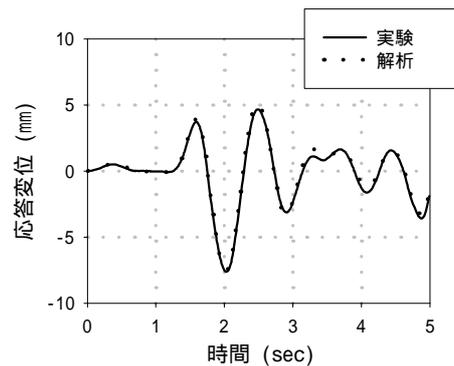
実験は、Pier-A を大阪市立大学で、Pier-B を京都大学で実験した。入力地震波には道路橋の時刻歴応答解析用標準波形の中の弾性応答解析用 Level1-1<sup>2)</sup>を用いた。その結果を Fig.4 に示す。なお図中には、応答計算で用いた構造パラメータと同じ値を用いた数値解析の結果も示す。図より、実験値と解析値はほぼ一致していることから、データの書き込みと読み込み、および、通信・実験制御が正しく行われていることが確認できる。したがって、本実験手法は異なる復元力特性を有する構造系の地震時応答性状を評価する上で有効な手法であると思われる。

#### 4 まとめ

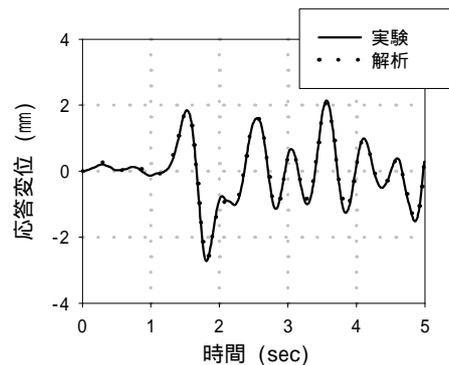
インターネットにつながれた WS を相互依存的に結びつけたクライアント - サーバ方式の通信手法を開発した。さらにその通信手法を用いて、インターネットを介して 2 つのハイブリッド実験システムを結びつけた並列ハイブリッド実験手法を構築した。本手法を用いることで、遠隔地に点在する優れた実験・解析装置の有効利用が可能であり、大規模構造物系の実験的挙動解明に非常に有効であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) NIKKEI Windows NT, 日経 BR 社, 1997 年 7 月 (no.4).
- 2) (社) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 耐震設計編, 平成 2 年.



(a) Pier-Aの応答変位曲線



(b) Pier-Bの応答変位曲線

Fig. 4 実験結果と数値解析結果