

## I-5 インターネット上での鋼構造実験情報公開システムの開発に関する研究

## Study on the Development of Multimedia Database on Internet for Steel Structures

伊藤義人\*, 輪崎博司\*\*, 宇佐美勉\*\*\*  
Yoshito Itoh, Hiroshi Wazaki, Tsutomu Usami

【抄録】 貴重な実験データの散逸を防ぎ有効利用を可能にするという目的で、これまで鋼構造実験情報データベースが名古屋大学で作成されてきた。本研究では、鋼構造実験情報データベースを耐震実験情報を含むように拡張するとともに、外部からの直接アクセスが容易になるように、Java 言語を用いて WWW 上にマルチメディアシステムを試作した。

【Abstract】 In order to preserve and share experimental data, the Numerical Database of Steel Structures (NDSS) has been developed at Nagoya University. However, it was not easy to access it from other computer platforms due to the lack of proper communication media. With the rapid development of information networks and their browsers, structural engineers and researchers are able to access various types of test data. This paper presents the preparation and development of a multimedia database for the ultimate strength and seismic test results of steel structures and members on the World Wide Web using Java language.

【キーワード】 鋼構造実験, Java, インターネット, WWW, データベース

【Keyword】 Structural experiment, Java, Internet, WWW, Database

## 1. 序論

貴重な実験データの散逸を防ぎ有効利用を可能にするという目的で、名古屋大学ではこれまでにいくつかの鋼構造実験情報データベースが開発され、世界各国の示方書の改訂時に基礎データとして利用されてきた<sup>1)3)</sup>。しかし、外部などから直接利用することを考えると、それら既存のデータベースではネットワークや端末などのハードウェアおよびユーザーインタフェースとなるソフトウェアの両面からの制約があり、操作性や表示面での課題が多く、また実験データの提供や情報公開の環境も十分とは言えなかった。

近年ネットワーク化が著しく進み、インターネットは現在最も幅広く情報を公開できるメデ

ィアとなっている。また、ここ数年のコンピュータ性能のめざましい向上とブラウザなどのソフトウェアの発展により、WWW (World-Wide Web) 上で静止画像、動画像、音声といったマルチメディアを容易に扱うことができるようになった<sup>4)5)</sup>。そこで本研究においては、鋼構造物の耐荷力実験および強度やダクティリティーに関する耐震実験<sup>6)9)</sup> (繰り返し実験、ハイブリッド実験) を収集整理し、有機的に結び付けて、研究、教育および構造工学の技術者に役立つインタラクティブなマルチメディア鋼構造実験データベース (Multimedia Database on Internet for Steel Structures : 略称 MDISS) を WWW 上に構築することを試みた。最終的

\*フェロー 工博 名古屋大学理工科学総合研究センター教授 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

\*\*学生会員 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻

\*\*\*フェロー 工博 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻教授

には、関連の数値実験データもこのデータベースに盛り込む予定である。

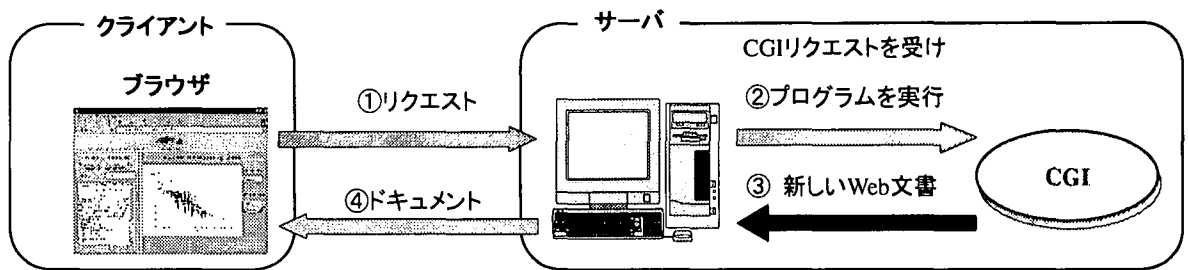
## 2. WWW上での情報公開について

1989年にスイスの粒子物理学研究所 CERN (Conseil Europeenne pour la Recherche Nucleaire)での試みから始まった WWW システム<sup>10)</sup>による情報公開は、マークアップ言語である HTML 形式のテキストデータのデータ通信が基本となっており、そのうえで WWW システムでは画像や音声などのマルチメディアを扱うことも可能である。しかし、この HTML ベースの情報公開は静的なものでしかなく、データ検索などの動的な処理を行う場合は特別なプログラムを必要とする。その一つとして図-1(a)に示す CGI (Common Gateway Interface)がある。これはクライアントからの入力をサーバに送り、サーバで処理された内容がクライアントに送られるシステムである。しかし、必ずしも使いやすいものではなく、汎用性にも優れていなかった。そこで、機種依存しない Java が登場した<sup>11),12)</sup>。Java は 1995 年、米国サンマイクロシステム社によって開発され

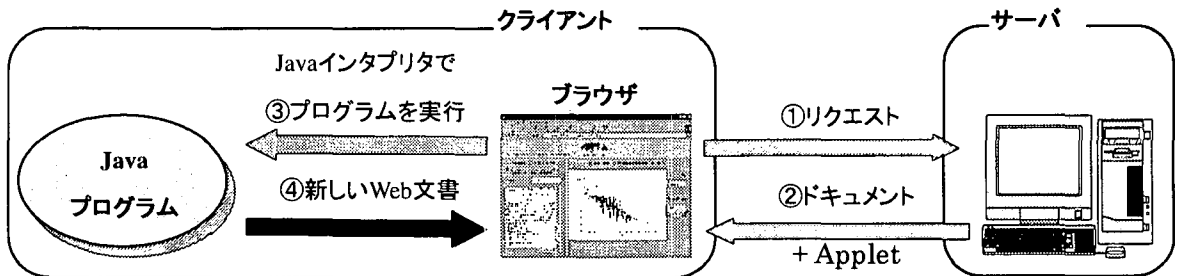
たオブジェクト指向プログラム言語である。図-1(b)に示すように Java では、Web ドキュメントの一部としてクライアントに転送され、ブラウザ上に他の文書や画像などと同様に表示できる専用のプログラム、アプレット (applet) を作成できる。Java では CGI に比べ幅広い処理が可能である。また、アプレットの実行はクライアント側の CPU でなされるため、CGI では実現できなかったネットワークレベルでの情報処理、いわゆる分散コンピューティングが実現できる。

## 3. システムの概要

本研究では、WWW 上で鋼構造実験情報のインタラクティブな情報公開を目的としたデータベースシステムを、Java 言語を用いて試作した。この際、単に実験データを公開するだけでなく、実験情報を視覚的に支援するグラフや画像、実験方法や実験目的、および文献データなども対象とし、各実験について総合的な情報を供給できるデータベースを目指した。また、情報をハイパーメディア化することでユーザーの知識のレベルに幅広く対応させ、さらに今後



(a) CGI の仕組み



(b) Java の仕組み

図-1 CGI と Java の違い

のマルチメディア環境のさらなる発展に対応できるような、柔軟性と一般性のあるシステムの開発を試みた。

WWW 上にデータベースを構築するための手段としては CGI を用いることも考えられたが、Java は CGI に比べより自由な処理が可能であり、データベースの構築において、インタフェースの開発に Java を用いることが最適であると考えたため、Java 言語を開発言語の基本とした。ただし、処理速度においては、Java は CGI にくらべ多少遅いが、クライアント側での分散処理が可能で、今後ますますコンピュータの性能が発展することを考慮すると、この

選択は誤っていないと考えられる。なお、サーバとしては、米国サンマイクロシステム社のワークステーションを用いている。

#### 4. 対象とした実験データ

対象とした実験データは、鋼構造部材の耐力実験データ<sup>1),3)</sup>と、鋼製橋脚の局部座屈を伴う単柱形式の繰り返し載荷実験とハイブリッド実験に関するデータ<sup>6),7),9)</sup>である。表-1 と表-2 にこれまでに格納された実験供試体の一覧を記す。

また、これまで格納した表-2 に示す耐震

表-1 耐力実験供試体一覧

実験	供試体形状	供試体数
耐力実験	鋼柱	1665
	鋼はり	554
	鋼板	793
	プレートガーダー	333
	鋼材	2308

表-2 繰り返し載荷実験、およびハイブリッド実験供試体一覧

	繰り返し載荷実験	ハイブリッド実験
無補剛箱形断面	54 (21)	28 (3)
補剛箱形断面	142 (37)	25 (2)
無補剛コンクリート部分充填	41 (5)	22 (3)
補剛コンクリート部分充填	36 (2)	70 (1)
パイプ断面	13 (7)	0 (0)
計	286 (71)	145 (9)

( ) は、応答変位などの詳細データが既に格納されている実験データである

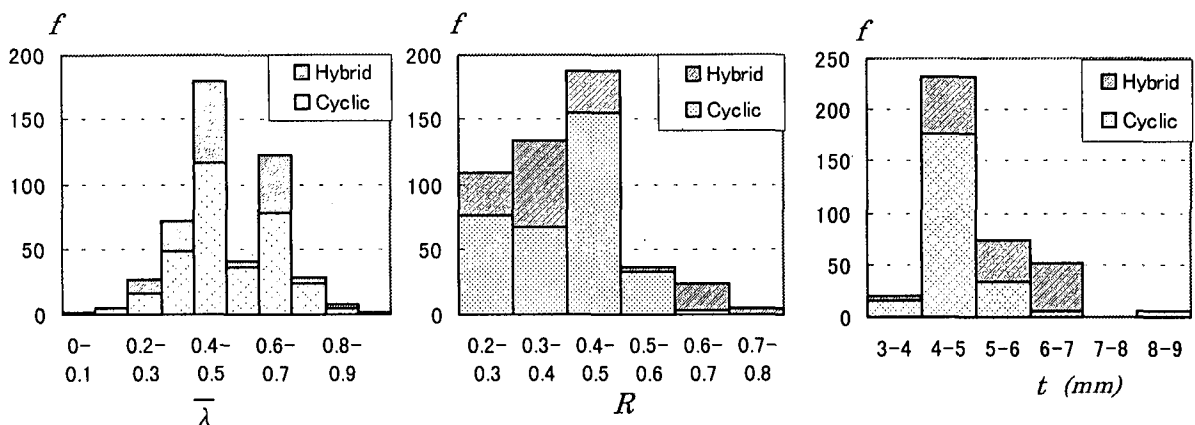


図-2 MDISS に格納されている耐震実験データ数の分布

実験データについて、細長比パラメータ  $\bar{\lambda}$ 、幅厚比パラメータ  $R$ 、フランジの板厚  $t$  におけるデータ数の分布を、繰り返し載荷実験供試体とハイブリッド実験供試体とに分けて図-2 に示す。なお、これらのデータの一部には過去名古屋大学において作成された鋼構造実験データベース NDSS(Numerical Database for Steel Structures)の作成にあたって、収集整理されたものを用いている。

また、本データベースでは以下に示すような形式の異なるデータを複合して取り扱うことで、利用者の実験内容についての理解を促し、また、実験情報を多面的にとらえることができるよう配慮している。

#### a) 数値データ

実験で得られた数値データは、フォーマット化され、リレーショナルデータベース形式で格納された数値や文字データとして保存されている。パラメータには実験から直接得られた生データのほかに、測定データを加工して得られたデータも含まれている。応答変位や復元力曲線などのデータは、ファイル単位で管理されている。

#### b) 記述データ

実験目的、供試体のセット方法、載荷方法および出典文献などの記述データを扱っており、最終的には種々の設計基準強度などに関する情報も追加していく予定である。

#### c) 画像データ

構造実験情報には、論文から得られる記述データや、供試体のセットアップや崩壊写真、さらにはハイブリッド実験における崩壊状況の動画像などのマルチメディア情報があり、これらの情報は数値データとともに構造実験の詳細を知るうえで非常に貴重なものである。本システムではこれらの情報についても取り扱うことに

より、マルチメディアシステムとしての試みも行った。本システムでは供試体図、供試体の崩壊写真、実験装置図、測定位置図などの画像データを扱う。図-3 に繰り返し載荷実験供試体の崩壊後の画像データ例を示す。

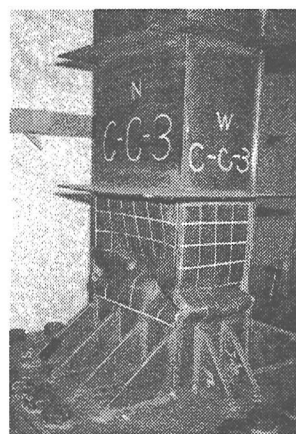


図-3 崩壊状況の画像

## 5. ユーザーインターフェース

ユーザーインターフェースの作成は、本研究におけるデータベース開発の中心となる部分であった。既存のデータベースをより使いやすく、構造実験に関する知識の少ないユーザーにとっても分かりやすいようにグラフィカルな表現を取り入れた。また、今後機能とデータの両面で拡張が容易に行えるように、オブジェクト指向の手法に従ってシステムの開発を行った。

ユーザーインターフェースは、図-4 に示すように本システムにおいては HTML プログラムと Java プログラム (アプレット) を用いて開発した。

システム開発に際して、HTML の持つハイパーメディア性と、Java の持つインタラクティブ性を融合させ、効率よく互いの長所を生かすと同時にできるだけコンパクトなシステムにするように注意を払った。実験の方法や目的などの記述データや画像データの検索は主に HTML に任せ、実験データのデータベースにアクセスする機能を Java で作成した。

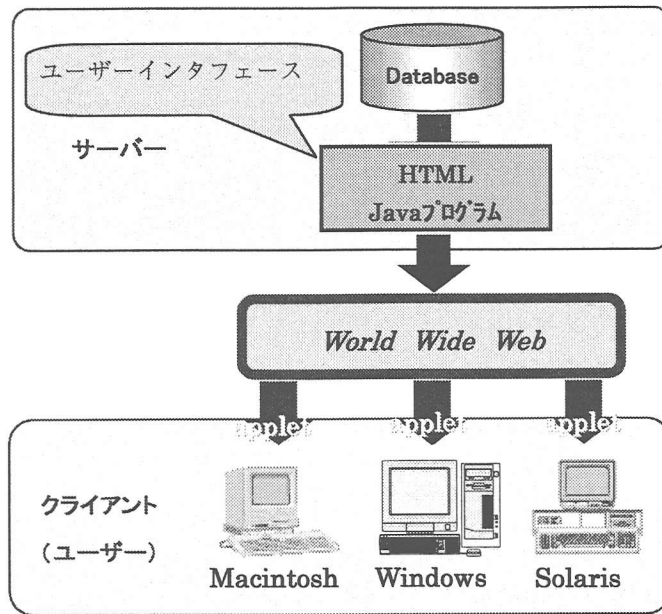


図-4 本システムの構図

### 6. データベースの著作権について

インターネットが全世界に普及するに伴い、著作権侵害に関する問題が数多く議論されるようになった。本研究において開発するデータベースでは実験結果を扱うため、図表示による参照だけではなく、実験の生データの提供を要望されることも考えられる。しかしながら、以下に示すような理由から、今回は実験結果の生データを直接ダウンロードする機能は完全公開ではなく、利用制限を設けている。

- i) データベース自体に著作権がある。
- ii) 名古屋大学におけるデータベース作成のためだけに許可を得た実験データがある。
- iii) 同一内容のデータベースを他機関で作られる恐れがあり、データベース管理上望ましくない。
- iv) 誤った形でのデータの使用を防ぐ。

しかし、所在と実験生データの利用目的が明らかでないユーザーに対しては、データの提供はむしろ積極的に行われなければならないと考えて

いる。今後システムを改良し、ユーザーの所在を確認する機能やパスワードなどを設けることにより、ホームページ上からダイレクトにデータのダウンロードができるようにすることも計画している。

### 7. システムの利用法

本システムを利用するにあたって、ユーザーはまずブラウザにより本システムにアクセスする。ここで、対象とするブラウザはJDK1.0.2(Java Development Kit version1.0.2)に対応するVM(Virtual Machine)を持つブラウザである(Netscape Navigator 3.0, Internet Explorer 3.0以上を推奨)。本システムの試行版のURLを以下に示す。

<http://falcon.civil.nagoya-u.ac.jp/mdiss/>

#### 1) 鋼構造耐荷力実験データベース

耐荷力実験データのプロットでは、供試体の耐荷力と、オイラー座屈曲線やヨーロッパ鋼構造連合(ECCS)設計基準曲線など数種類の基

準耐力力曲線を比較表示する。このとき縦軸には最大強度を降伏強度で無次元化した値  $P_u/P_y$  を用い、横軸には無次元形状パラメータを用いる<sup>13)</sup>。例えば、鋼柱は細長比パラメータ  $\bar{\lambda}$ 、鋼板の場合は幅厚比パラメータ  $R$  である。図-5に鋼はりの実験データ表示の例を示す。図-5中の右端のパラメータ選択欄により、プロットする供試体の断面形状や、縦軸の無次元化に用い

る終局荷重に公称値または実測値のどちらを用いるかを選択できる。さらに、グラフ内で任意のプロットされている点をクリックすると、そこで選択された供試体の番号を右側下段の供試体番号表示の欄に示す機能を備えている。これにより、設計曲線からはずれている供試体のデータを検索し、その実験結果を詳しく調べることなども可能である。

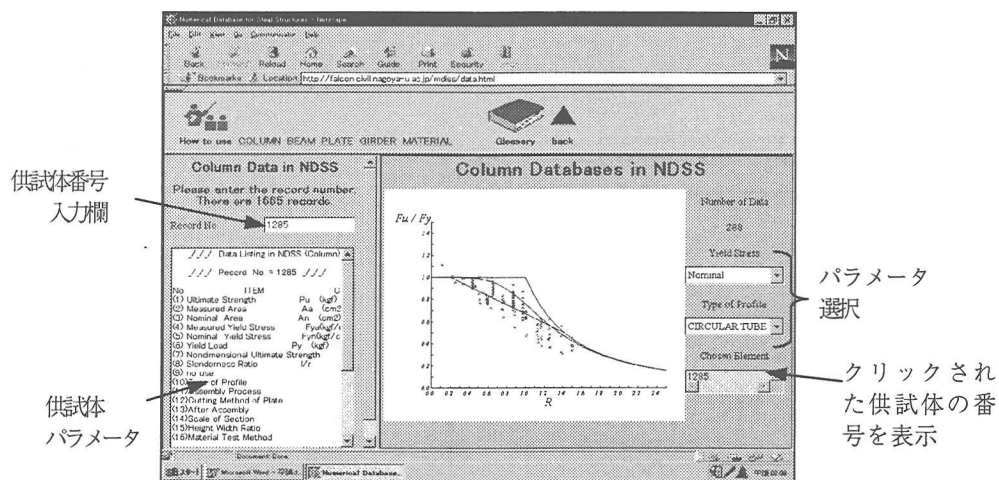


図-5 耐力力実験データ（鋼はり）の表示例

## 2) 耐震実験データベース

耐震実験データベースでは、供試体単位で過去に行われた実験を検索することができる。現在データベースは数値データ、画像データ、記述データからなっており、それらのデータを統合した形で検索できるようになっている。検索手順としては、供試体の形状とパラメータの範

囲を設定すると供試体一覧が表示され、供試体を選択すると、その実験に関わるデータが表示される。また、文献の中で引用されている実験を検索するような機能も用意した。図-6に検索の流れを示す。また、図-7、図-8に繰り返し載荷実験、ハイブリッド実験について検索した例をそれぞれ示す。

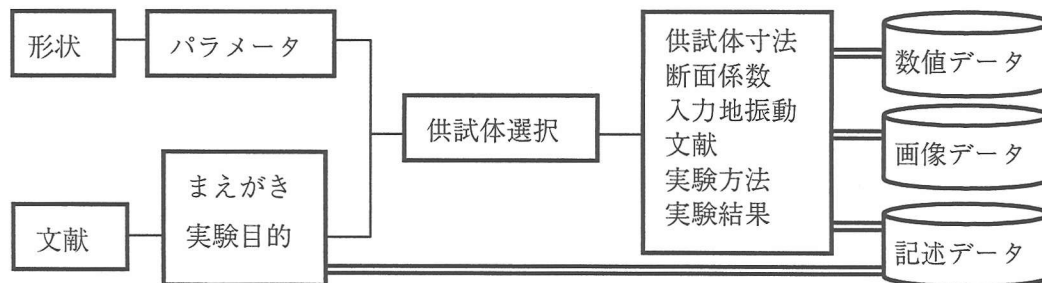


図-6 MDISS の構成と検索手順

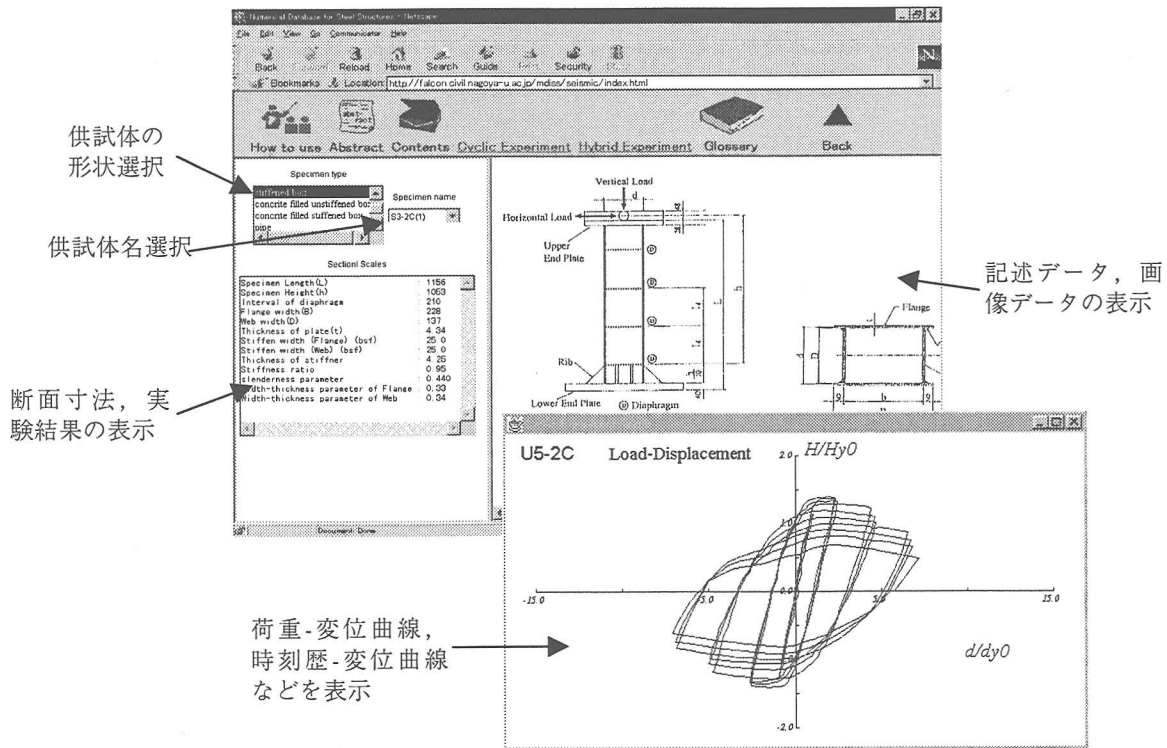


図-7 繰り返し載荷実験データの検索例

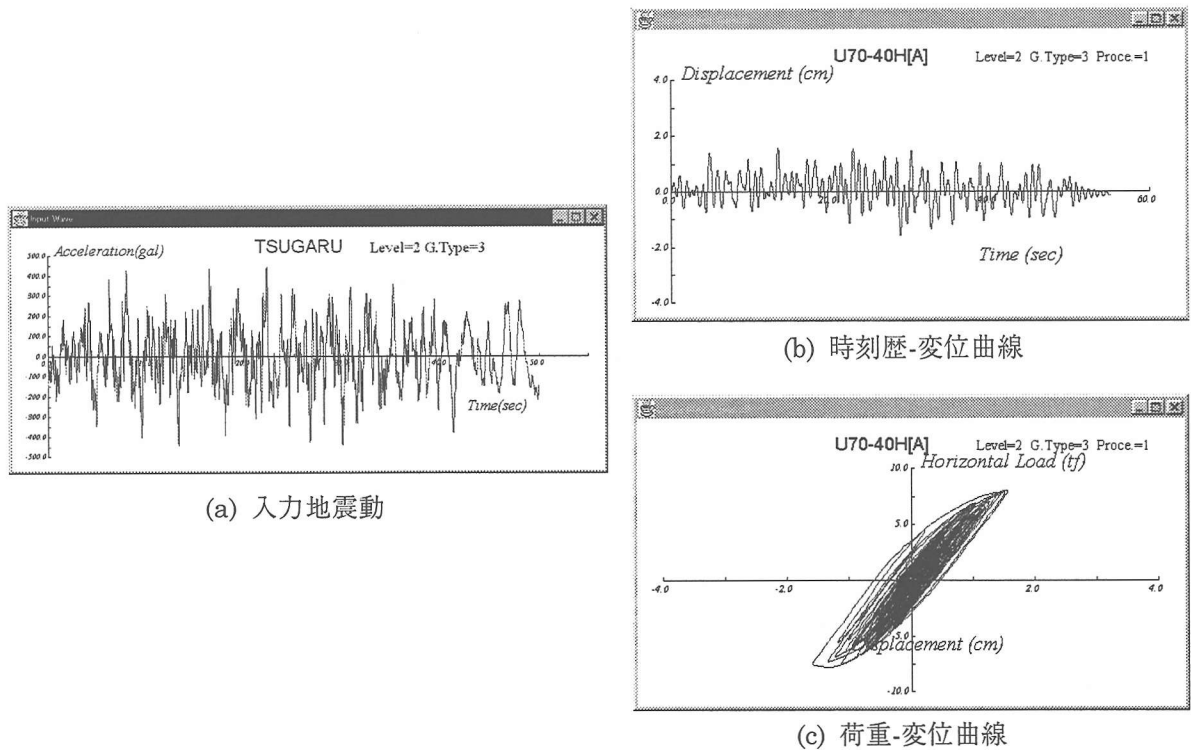


図-8 ハイブリッド実験データの検索例

## 8. 結論

本研究によって以下のような結論が得られた。

- 1) 鋼構造実験に関する情報を収集・保管し、それらのデータを WWW 上で提供できるプロトタイプシステムを作成し、内外の研究者に使用してもらい、その有用性を確認した。
- 2) 実験データの検索や、そのデータをもとにしたグラフの描画などをインタラクティブに行うためには、2. で示したように、Java が最も優れていることを明らかにし、ユーザーの使用機種に依存しないデータベースシステムを Java 言語で作成した。
- 3) 図形、静止画像などのマルチメディアを取り入れることで、実験情報の視覚的支援を可能にした。

## 参考文献

- 1) 福本嘸士, 伊藤義人: 鋼構造部材の耐荷力評価システムのための数値構造データベースの作成と利用, 土木学会論文報告集, 第 312 号, 土木学会, 1981, pp.59-72.
- 2) 伊藤義人, ハンマード・アミン, 馬淵誠司: 鋼構造実験情報に関する知識ベースシステムの作成, 構造工学論文集, Vol.38A, 土木学会, 1992, pp.517-528.
- 3) Y.Itoh, T.Usami and Y.Fukumoto: Experimental and Numerical Analysis Database on Structural Stability, Engineering Structures, Vol.18, No.10, 1996, pp.812-820.
- 4) Laura Lemay (武舎宏幸, 久野禎子, 久野靖訳): 続・HTML 入門—新機能, CGI, Web の進化, プレンティスホール出版, 1995
- 5) 石塚英弘, 根岸正光: 情報システム基盤技術としての SGML —文書データベースから WWW そして CALS まで—, 情報処理, Ver. 37 No. 3, 1996. pp.207-212.
- 6) 土木学会鋼構造委員会・鋼構造新技術小委員会耐震設計研究 WG: 鋼橋の耐震設計指針案と耐震設計のための新技術, 土木学会, 1987.
- 7) 鈴木森晶, 宇佐美勉: 鋼製橋脚の激震時挙動に関する基礎的研究, NUCE Research Report No.9702, 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻, 1997.
- 8) 張紅, 大井謙一, 高梨晃一: 地震応答実験データベースによる鋼構造骨組の損傷度予測法の検討, 構造工学論文集, Vol.40B, 1994, pp.721-730.
- 9) 才塚邦宏, 伊藤義人, 木曾英滋, 宇佐美勉: 相似則を考慮したハイブリッド地震応答実験手法に関する考慮, 土木学会論文集, No.507/I-30, 1995, pp.179-190.
- 10) 益岡竜介, 木庭袋圭介: World-Wide Web (WWW), 情報処理, Vol.36, No.12, 1995, pp.1155-1165.
- 11) 樋口貴章: Java—Java 技術の基礎とその社会的意義, Computer Today, No.73, サイエンス社, 1996, pp.4-13.
- 12) 武田圭史: Java 使いへの道, ソフトバンク, 1996.
- 13) 福本嘸士: 鋼構造シリーズ 2 —座屈設計ガイドライン, 土木学会, 1977.