

新設した構造実験棟の紹介

細見 雅生¹⁾

駒井鉄工(株)富津工場に構造実験棟を新設した。最近、橋梁・建築構造物に対する合理化・省力化の要求から、鋼とコンクリートの複合・合成構造物の採用が多くなっている。また、性能設計の導入、ライフサイクルコストの低減、疲労設計の基準化など、合理的な構造の検討が必要になる場合が増えている。このようなニーズに応えるため、実験による妥当性の検証、確認が必要になる。今回、駒井鉄工(株)では反力壁、反力床、1300kN 動的載荷装置などを有する本格的な構造実験設備を整備した。ここでは構造実験棟の設備と動的載荷試験機の性能試験の結果についてその概要を紹介する。

キーワード 構造実験棟、動的載荷試験機、静的載荷試験機、試験室

まえがき

最近、橋梁・建築構造物に対する合理化・省力化の要求から、鋼とコンクリートの複合・合成構造物の採用が多くなっている。その内容も年々複雑・高度化してきている。また、性能設計の導入、ライフサイクルコストの低減、疲労設計の基準化など、合理的な構造の検討が必要になる場合が増えている。このようなニーズに応えるため、解析技術の他に、実験による妥当性の検証、確認が必要になる。上記課題に積極的に取り組んでいくため、このたび、駒井鉄工(株)では反力壁、反力床、

1300kN 動的載荷試験機などを有する本格的な構造実験設備を整備した。2001年4月に工事に着手し、11月に完成した(写真-1)。ここでは構造実験



写真-1 構造実験棟全景

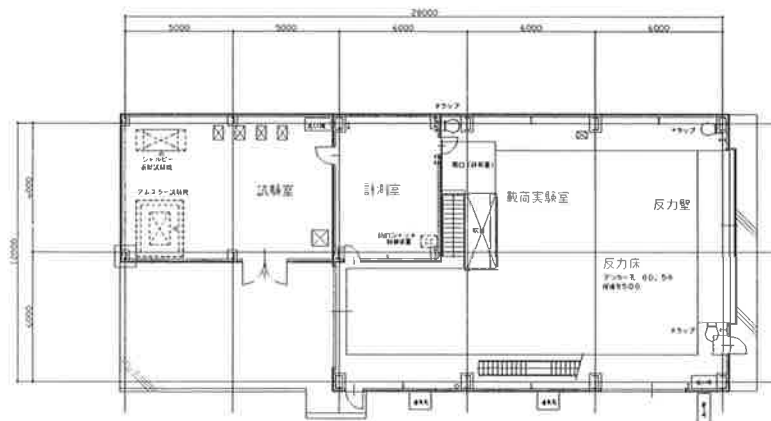


図-1 構造実験棟平面図

1) 技術研究室室長

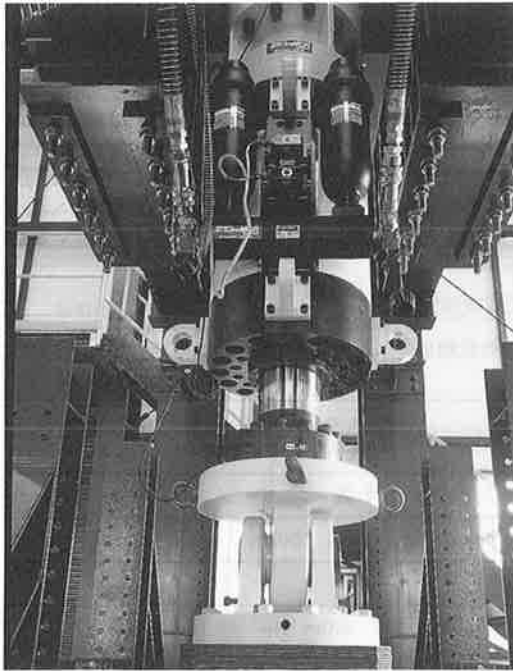


写真-3 動的載荷試験機の加振装置

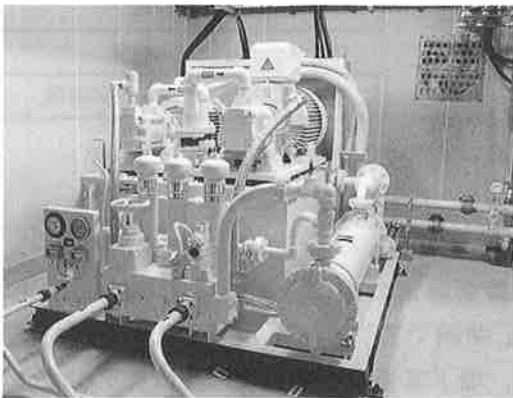


写真-4 油圧装置 (地下)

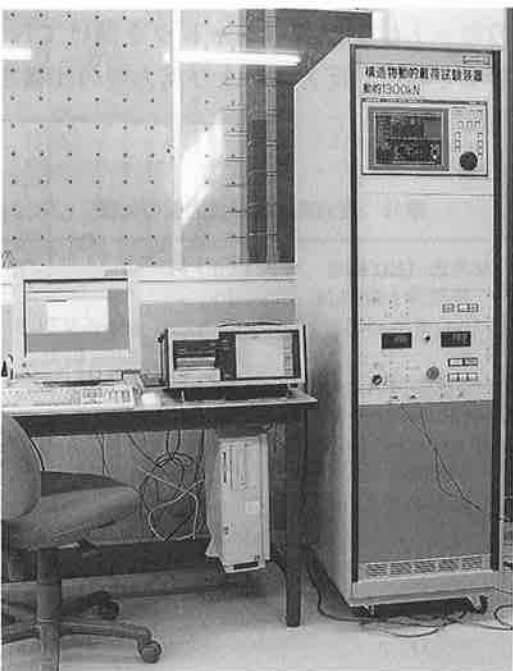


写真-5 動的載荷試験機の制御装置

3. 動的載荷試験機

大型の実験体を使った構造物の動的載荷試験を行うための装置である。駆動方式は電気油圧サーボを採用し、制御モードや周波数、振幅量を精度よく、自由に設定できる。試験機は加振装置（写真-3）、油圧装置（写真-4）、制御装置（写真-5）で構成されている。それぞれの仕様を表-3に示す。また、性能曲線を図-3に示す。

表-3 動的載荷試験機の仕様

1. 加振装置	
最大荷重	動的 ± 1,300kN 静的 ± 1,500kN
最大変位	± 1,500mm
最大速度	95cm / sec
周波数範囲	0.001 ~ 15Hz
2. 油圧装置	
定格圧力	常用 21Mpa
ポンプ吐出量	281ℓ / min
電動機	AC200V, 50Hz 2台 75kW, 45kW 各1台
冷却方式	水冷却
3. 制御装置	
制御方式	変位制御, 荷重制御
波 形	正弦波, 三角波, 矩形波, ランプ波

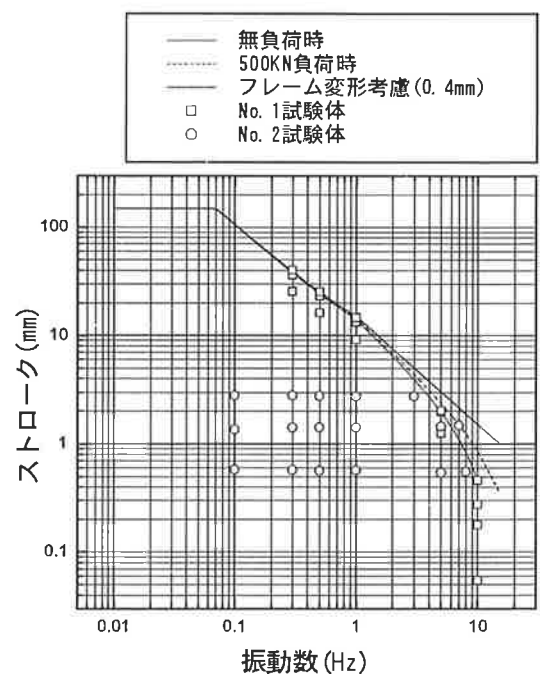


図-3 動的載荷試験機の性能曲線

4. 静的載荷試験機

油圧ロードセル付ジャッキ 5,000kN を用いて繰返して荷重をかける連続加圧試験装置である。制御用のパソコンと連動して、「変位制御」と「荷重制御」を行う。制御仕様としては、下記のとおりである。

- ①「変位制御」と「荷重制御」機能があり、双方の制御が荷重ステップ毎に切替え可能である。
- ②1ステップ毎に停止するシングルステップ動作が可能である。
- ③試験開始時の調整動作が可能である。

試験機は油圧ジャッキ（ロードセル内蔵型）にレーザ式変位計を取付けたジャッキ部、油圧ポンプユニット、制御装置で構成されている（写真-6）。試験機の仕様を表-4に示す。また、制御用パソコンの画面を図-4に示す。パソコン制御により複数ステップの荷重が行えることが特徴である。試験条件によってポンプの圧力を高圧と低圧に切替えて使用する。

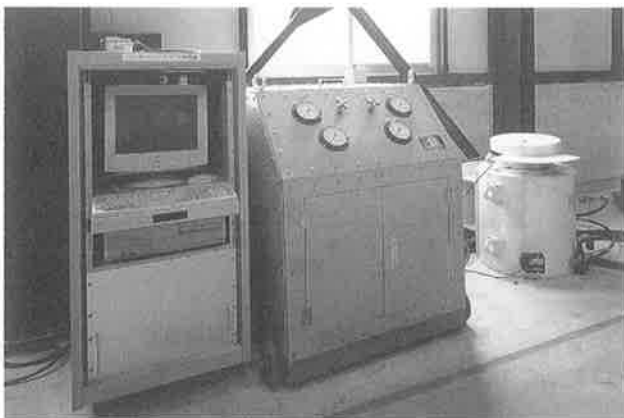


写真-6 静的載荷試験機



図-4 静的載荷試験機 制御用パソコン画面

表-4 静的載荷試験機の仕様

1. ジャッキ部	
最大荷重	5,000kN (低圧時 1,100kN)
最大変位	220mm
最大速度	10.2cm / min (低圧時) 1.8cm / min (高圧時)
2. 油圧ポンプユニット	
最大圧力	高圧時：31.5Mpa 低圧時：7.0Mpa
ポンプ吐出量	高圧時：3.0 ℓ / min 低圧時：17.0 ℓ / min
電動機	AC200V, 50Hz 2.2kw
3. 制御装置	
制御方式	変位制御, 荷重制御
波 形	パソコン制御により複数ステップの入力が可能である。 三角波, ランプ波

5. 鉛直載荷フレーム

鉛直載荷フレームの外観を写真-7に示す。この構造図を図-5に示す。鉛直載荷フレームは動的載荷試験機と静的載荷試験機の組み込みができる。載荷フレームの柱の間隔は横梁を入れ替えることにより幅 4.0m と幅 2.5m に変えることができる。また、ジャッキの高さも最大 4.4m（動的載荷試験機セット時）まで調整可能である。この載荷フレームで使用できる試験体の最大寸法を表-5に示す。

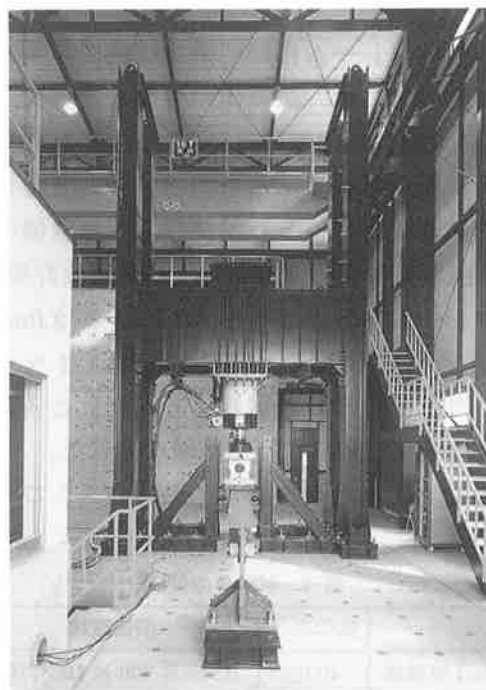


写真-7 鉛直載荷フレーム

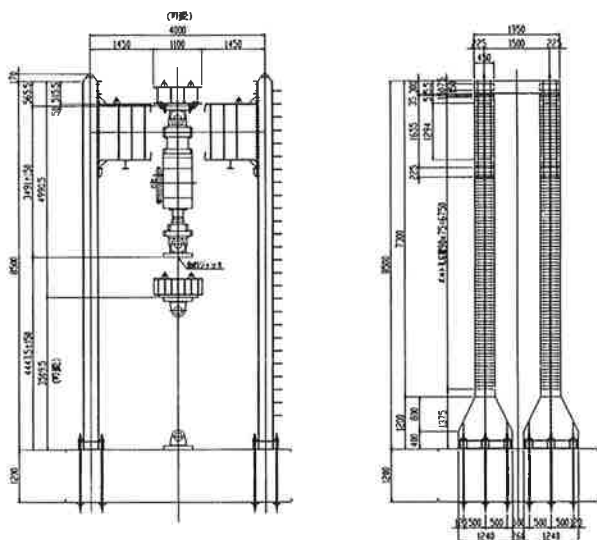


図-5 鉛直載荷フレーム一般図

表-5 試験体の最大寸法

項目	寸法
長さ	～ 15.0m
幅	～ 3.5m
高さ	動的載荷試験機セット時 ～ 4.4m
	静的載荷試験機セット時 ～ 5.4m

載荷フレームの変形量は幅 4.0m, ジャッキ下面高さ 4.4m の条件で 0.8 mm/1,000kN である。

6. 動的載荷試験機の性能試験

鉛直載荷フレームに動的載荷試験機を設置し性能試験を実施した。試験体の概要を表-6に示す。No.1 試験体は変位制御試験用, No.2 試験体は荷重制御試験用である。梁を両端で単純支持し, 梁中央に試験機をセットし載荷した。試験機の荷重出力, 試験梁中央の変位 (レーザ式変位計使用), 載荷フレーム柱部のひずみ (床面から 2.0m の位置, 柱フランジ外面で, 内側と外側の 2ヶ所) を計測した。それぞれの試験体で周波数とストロークの条件を数種類設定して試験を行った。

試験を実施した周波数とその時のストロークを

表-6 試験体の概要

	梁の長さ	断面形状
No.1 試験体	10.0m	H300 × 300 × 10 × 15
No.2 試験体	4.0m	H596 × 199 × 10 × 15

図-3の性能曲線にあわせて示す。各周波数で性能限界のストローク値が得られており, 仕様を満足する性能であることが確認できる。

試験結果を図-6～9に示す。図-6および図-7では検出した荷重より梁の変形を計算した結果と変形の計測結果とを比較している。計算値と計測値の差は 0.1 mm以下である。これにより, 変形計測の精度の高いことが確認できる。なお, No.2 試験体のたわみの計算はせん断変形も考慮している。

図-8および図-9は載荷フレームのひずみの計測結果である。荷重から計算したひずみをあわせて示している。計算値と計測値の差は 1 μ以下であり, 荷重が精度よく計測されていることが確認できる。また, 載荷フレームのひずみは 100kN 当たり 5 μ (応力度で 1.0N/mm²) であり十分小さい。

内外面のひずみ差より柱の付加曲げモーメントの影響が確認できる。設計計算では付加曲げモーメントによるひずみの増加分は平均ひずみと同じ

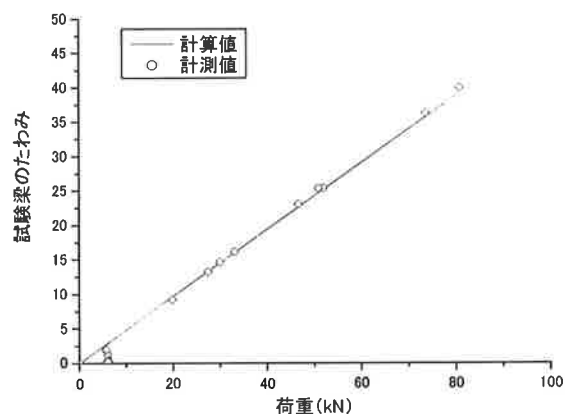


図-6 荷重と変位 (No.1 試験体)

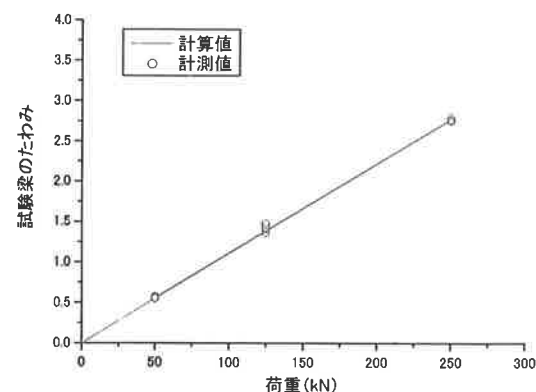


図-7 荷重と変位 (No.2 試験体)

になるとして設計を行っている。計測値の付加曲げモーメントによるひずみ増加分は平均ひずみの約 70 % になっている。実際に作用している付加曲げモーメントは設計値より小さく、安全と判断できる。

構造実験棟の建設に当たっては、今後予測される多様な実験に対応できることを方針としている。また、実験が効率的、経済的に実施できるように、実験棟内のスペースの有効活用と設備の配置を行っている。今までの当社風洞設備を使用した耐風性照査や TMD などの振動制御技術に加えて、構造物の動的载荷試験による繰り返し荷重に対する検討を行い、動的問題についてトータルにサポートすることが可能になった。今後、これらの設備を活用して性能設計に基づく新しい構造の検討、ライフサイクルコストの低減の検討に貢献していきたいと考えている。

最後に、構造実験棟建設にあたってご協力を頂いた社内関係者ならびに協力会社各位に深く感謝の意を表します。

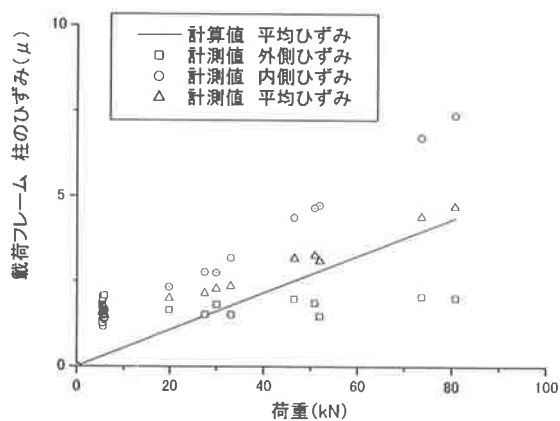


図-8 载荷フレームひずみ (No.1 試験体)

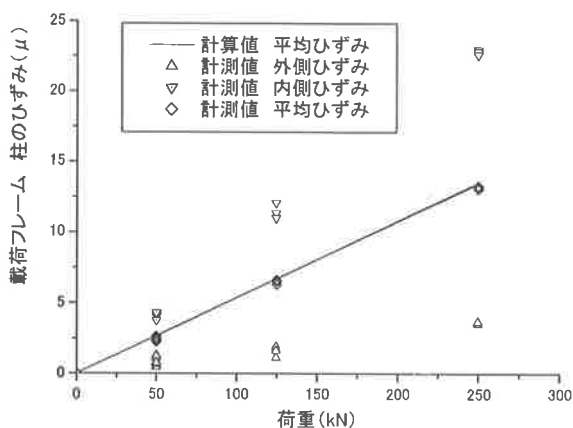


図-9 载荷フレームひずみ (No.2 試験体)

あとがき

橋梁や建築の業界は今、大きな変革期を迎えている。限られた財源の中でコスト削減を図り、性能の優れた、耐久性のある構造物を作ることが重要な課題になっている。このような課題に積極的に取り組んでいくことが重要であると考え、そのためには実験設備が有効であるとし、構造実験棟を建設した。