

油圧サーボ式疲労試験機について

井 藤 昭 夫* 小 山 田 欣 裕** 高 木 秀 貴***

1. 概 要

各種構造物の耐荷力には大きく分けて静的耐荷力と動的（疲労）耐荷力の二つの性質があり、とくに動的荷重を受ける橋梁構造物にとって疲労耐荷力の究明は重要な研究項目である。

構造研究室では、現在まで各種の模型（けた、スラブ、その他の構造物）について静的ならびに疲労試験を行いそれぞれの静的ならびに疲労耐荷力の確認を行ってきた。

このような模型試験においては、その模型の相似律あるいは測定精度の関係上、実物大の模型による試験でなければ解明できない問題が多いため、過去のローゼンハウゼン型疲労試験機（能力静的75 t、動的50 t）の老朽化に伴い、その更新および能力アップを考慮し、昭和48年、49年、50年度において本油圧サーボ式疲労試験機を設置した。

本試験機は、試験機基礎、載荷フレーム、加振機、油圧源、制御装置、配電盤、クーリングタワーから構成されている（図—1参照）。また油圧サーボ式とは、加振機ピストンの昇降を油圧によって制御する方式である。一般概要は、

- 1) 試験機基礎；長さ $l=16.00\text{m}$ 、幅 $W=6.50\text{m}$ 、スラブ厚 $t=0.55\text{m}$ の鉄骨鉄筋コンクリート構造で地下室を形成している。
- 2) 載荷フレーム；高さ $h=5.86\text{m}$ 、幅 $W=4.70\text{m}$ （試験有効幅 $W'=3.32\text{m}$ ）、加振機を取付けた試験有効空間 $h'=$ 最大 2.79m 、最小 1.93m である。載荷フレームは $\phi 41.3\text{mm}$ のボルト16本により試験機基礎に定着されている。
- 3) 加振機；静的150 t、動的100 t用加振機と静的45 t、動的30 t用加振機の2基設置されており、試験時の荷重レベルならびに図—2の油圧サーボ式疲労試験機動的な性能曲線を参照して使い分けるが、油圧源容量との関係から一般に動的には30 t加振機の方が使用周波数範囲が広いので荷重レベルが許容される場合は30 t加振機を使用する。

- 4) 制御装置；変位制御、荷重制御の制御方式の切換および各々の制御方式においてフルスケールを $\times 1$ 、 $\times 1/2$ 、 $\times 1/5$ 、 $\times 1/10$ と4段の切換が可能である。また、後述するように各種の安全装置（自動停止装置）が組込まれており、試験作業の安全性を高めている。

2. 試験機性能、仕様

以下、性能と仕様を簡単に述べる。

- 1) 加振機；静的150 t、動的100 t用 1基
静的45 t、動的30 t用 1基
 - a. 静的ラムストローク
 $\pm 100\text{mm}$
 - b. 繰返し能力
 $0\sim 300\text{RPM}$ （ただし性能曲線参照）
 - c. 信号波形
正弦波、三角波、方形波、ランダム波
 - d. 加振機有効圧力
 $150\text{ t時}\Rightarrow 205\text{kg/cm}^2$ （150 t用加振機）
 $45\text{ t時}\Rightarrow 199\text{kg/cm}^2$ （45 t用加振機）
 - e. 荷重検出器
型式；U 3 L 2 ボールドウィン社製 定格荷重；引張、圧縮、100 t（動的）、30 t（動的） 定格出力； 3.0mv/V 入力抵抗； $350\pm 5.0\Omega$
 - f. ストローク検出器
型式；LWA-714-E 83 コリンズ社製 測定範囲； $\pm 100\text{mm}$
- 2) 油 圧 源
 - a. 吐 出 量
3段階的变化（トータル 340 l/min ）
 - b. 圧 力
 $0\sim 210\text{kg/cm}^2$
 - c. 動 力
 55kw 3台
 - d. タ ン ク
油容量 $1,000\text{ l}$
 - e. アキュムレータ
 10 l

*構造研究室 **同副室長 ***同室員

f. クーラ

100,000kcal/h

g. フィルタ

5μろ過程度

h. 油

シェルテラス T27

3) 制御装置

a. 発振器；本装置は、主として複動油圧アクチュエータの設定信号発生器として設計製作されたもので、内容はトランジスタ式の超低周波発振器である。

周波数範囲 0.001~120Hz

周波数精度±1% 出力電圧±5V(最大値)

出力電圧安定度±0.5%

パネル面のダイヤル、スイッチ類は下記の機能を有する。

(a) 電源スイッチ

(b) 運転、停止押釦スイッチ

(c) 運転、停止表示灯

(d) 三角波、正弦波、方形波選択スイッチ

(e) 発振周波数ダイヤル

(f) 周波数範囲切換スイッチ

(g) 出力電圧計～瞬時値±5V、P-P値+10V

(h) 平衡調整

(i) 指示計入、切スイッチ

b. 操作盤

(a) 位相切換スイッチ

(b) 振幅設定器

(c) 平均値設定器

(d) 制御入、切スイッチ、表示灯

(e) 制御方式切換スイッチ～荷重制御、ラムストローク制御を選択するスイッチ

(f) 自動停止表示灯および復帰押釦スイッチ、表示灯～設定回数完了、試験片破断、過大荷重、過大偏差、ラムストロークリミット、油面低下、油面上昇あるいは電動機過負荷により、自動停止が作動した場合、それぞれの表示灯が点灯する。

(g) 自動停止入、切スイッチ～過大偏差、過大荷重、試験片破断、ラムストロークリミット、油圧低下、油圧上昇により自動停止が作動しないようにする場合、このスイッチを切とする。

(h) 警報器入、切スイッチ～自動停止装置が作動すると同時にブザーが鳴るが、このブザーが不要の場合切とする。

(i) 回数停止入、切スイッチ

(j) 非常停止押釦スイッチ～どこかに異常を発見した場合、手動にて非常停止させるスイッチ。

c. カウンタ

(a) カウンタ～6けたの総繰返し数積算計

(b) 回数レンジ切換スイッチ～×1、×10、×100

(c) 復帰押釦スイッチ～カウンタを零にもどす。

d. 指示計増幅器

(a) 上限、下限、連続切換スイッチ～メーター指示方法を上限値、下限値、連続の切換を行う。

(b) 指示計切換スイッチ～静的、動的の切換を行う。

(c) モニター端～ラムストロークおよび荷重増幅器の出力が記録端子用としてでている。

e. ストローク増幅器

(a) 測定範囲切換スイッチ～×1、×1/2、×1/5、×1/10の測定範囲の切換が可能

切換 スイッチ	×1	×1/2	×1/5	×1/10
検出器				
ラムストローク	0～±100mm	0～±50mm	0～±20mm	0～±10mm
検出器				

f. 荷重増幅器

(a) 測定範囲切換スイッチ～×1、×1/2、×1/5、×1/10の測定範囲の切換が可能

切換 スイッチ	×1	×1/2	×1/5	×1/10
検出器				
荷重	0～±150ton	0～±75ton	0～±30ton	0～±15ton
検出器				
荷重	0～±50ton	0～±25ton	0～±10ton	0～±5ton
検出器				

(b) 150ton、50ton 切換スイッチ～使用する加振機により切換える。

g. 制御増幅器；本装置は信号発振出力とストローク増幅器あるいは、荷重増幅器の出力を加算する加算増幅器、微分積分作用を持つ電圧増幅器および制御弁を駆動する終段増幅器と、制御弁のデイズー信号を作る200Hz 発振器とから構成されている。

(a) ±75mA 電流計～制御弁の電流を指示する。

(b) 指示計入、切スイッチ～上記電流計の入、切スイッチ

(c) サーボ弁零調整

(d) 減衰器～ゲイン調整器

(e) 微分積分スイッチ～増幅器に微分作用、積分作用を持たせるもの。

h. 自動停止装置；本装置は、制御の偏差が過大になったときおよび最大荷重が設定値を超過したときに動作する。本装置が働くとポンプを止め荷重を0にもどし、警報を発すると同時に発振器の出力が切

れる。

- (a) 偏差指示計 $\sim \pm 50\%$ の偏差を指示する。
 - (b) 指示計切換スイッチ $\sim$ 静的、動的の切換を行う。
 - (c) 偏差設定つまみ $\sim$ 自動停止する偏差を設定する。
 - (d) 正荷重設定つまみ $\sim$ 自動停止する引張側荷重の最大値を設定する。
 - (e) 負荷重設定つまみ $\sim$ 自動停止する圧縮側荷重の最大値を設定する。
 - i. 直流定電圧装置；本装置は、荷重増幅器、ストローク増幅器、制御増幅器、自動停止装置などの電源で、検出器に供給する5 KHz定電圧発振器と増幅器の直流定電圧装置が内蔵されている。
- 4) 付属施設
- a. 配電盤
 - b. クーリングタワー；疲労試験機（オイル）の冷却装置で、夏、冬の使用切換をする。
- 5) 総合性能
- 図一2 動的性能曲線を参照。発振波形は図一3に示すもののほかランダム波も可能である。
- 6) 安全装置
- 本試験機は次の場合に自動停止をする。
- a. 動的試験時に試験片が破断した時

- b. 動的試験時に制御偏差が過大となった時
- c. 動的試験時に繰返し数が設定値に達した時
- d. 加振機のピストンストロークが常用範囲を超えた時
- e. 制御中レンジ切換を行った時
- f. 油圧装置の油圧が異常に上昇した場合
- g. 油圧装置の油温が異常に上昇した場合
- h. 油圧装置の油面が異常に低下した場合
- i. 停電した時
- j. 緊急停止をしたい時

7) 試験機基礎

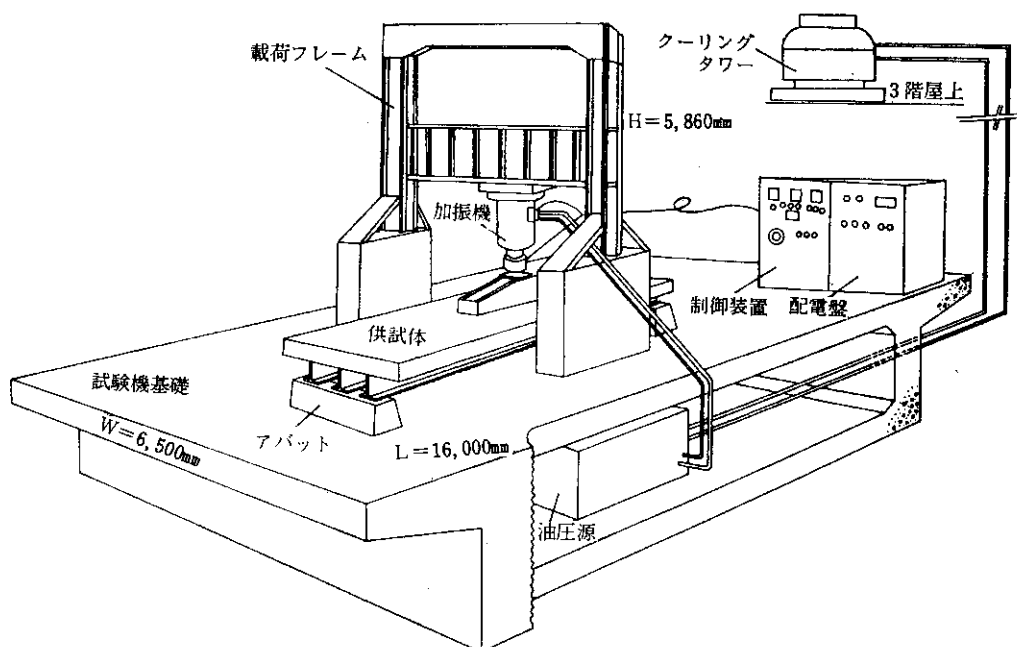
図一4 疲労試験機基礎一般図を参照

8) 試験機製作メーカー

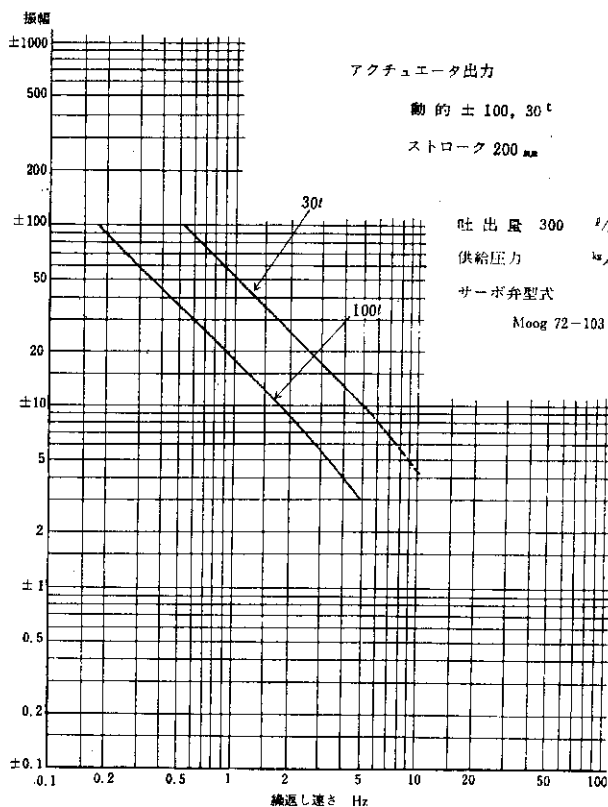
株式会社 東京衡機

3. あとがき

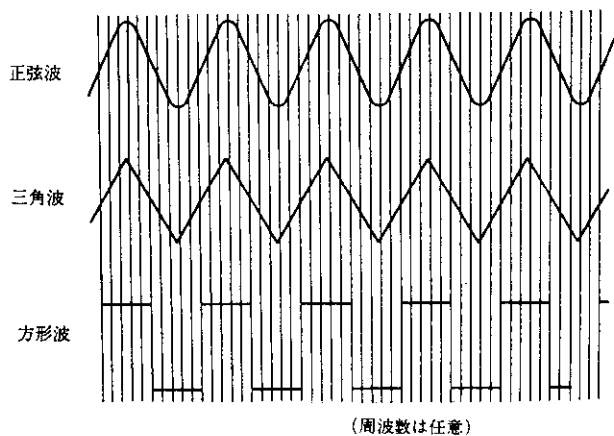
以上のように本試験機は各種安全装置を備えた自動制御方式による疲労試験機であり、各種構造物の静的ならびに疲労耐力の究明を行う際有力な装置である。とくに制御方式の自動化に伴い今後の試験研究の大幅な能率向上を期待できるものと思われる。



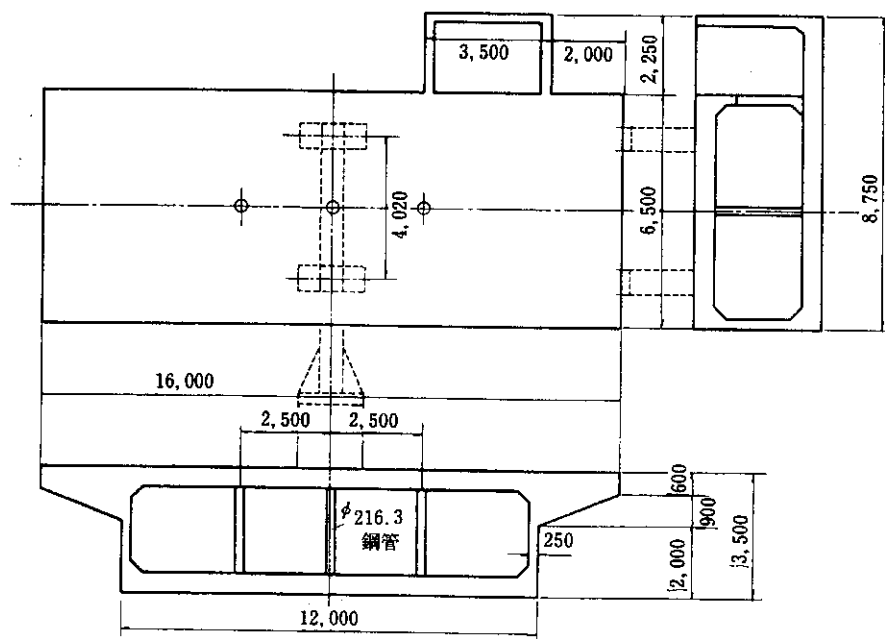
図一1 油圧サーボ式疲労試験機



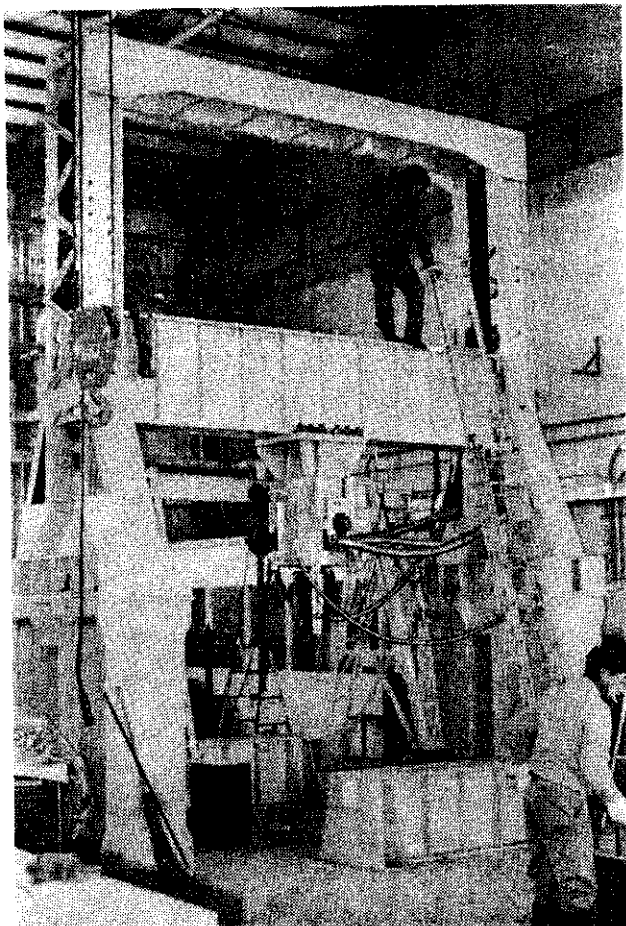
図一2 油圧サーボ式疲労試験機動の性能曲線



図一3 発振波形



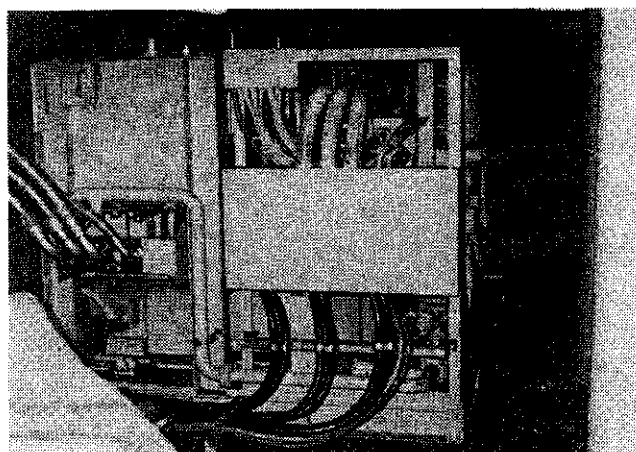
図一4 疲労試験機基礎一般図 (単位 mm)



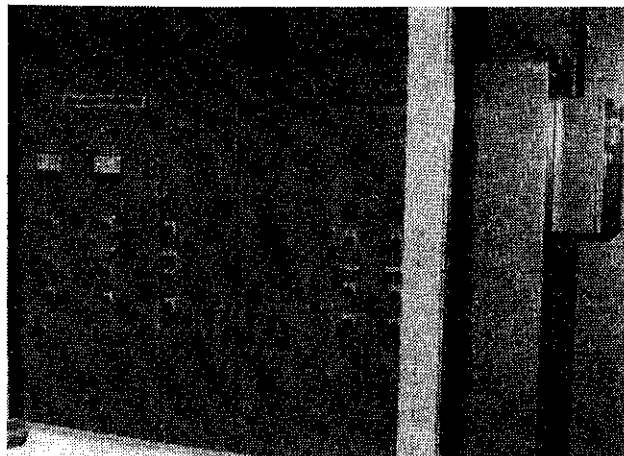
写真—1 油圧サーボ式疲労試験機フレーム
および動的 100 t 加振機



写真—3 制 御 装 置



写真—2 油 圧 源 (地下室へ設置)



写真—4 配 電 盤

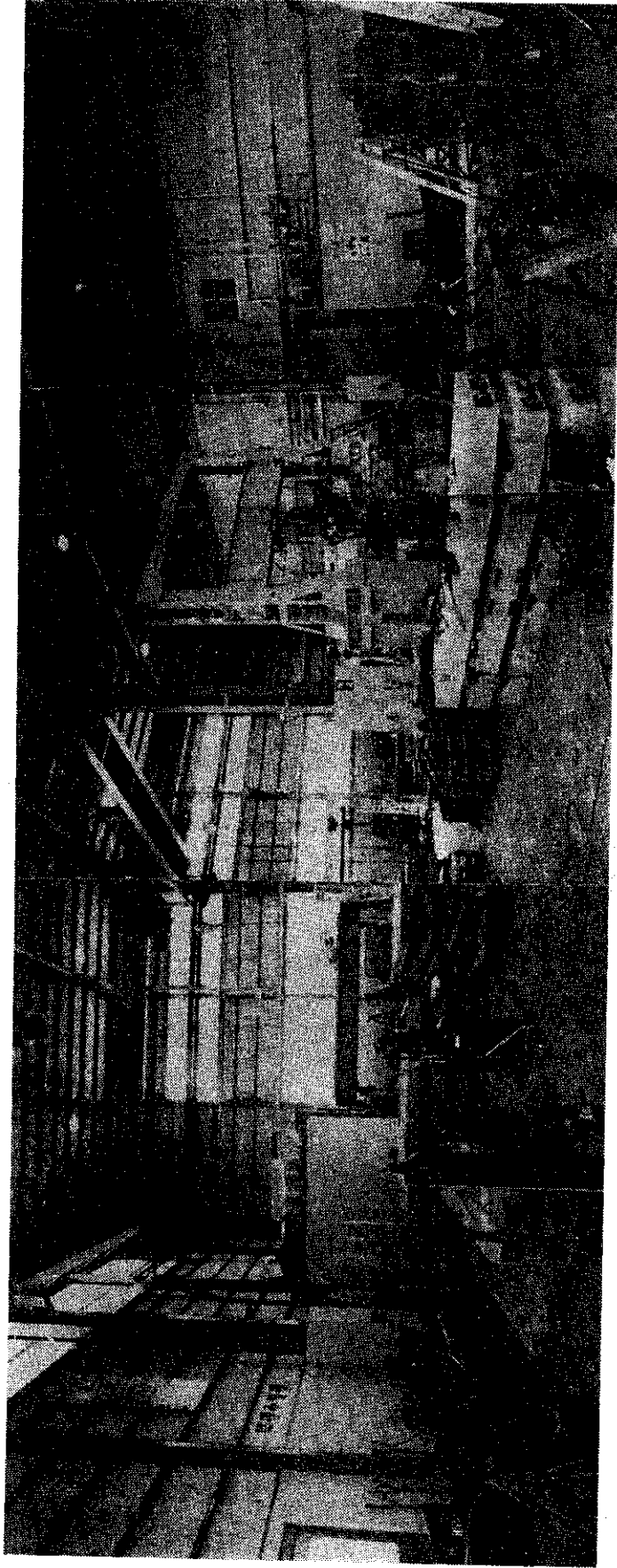


写真-5 構造研究室実験室全景