

リアルタイムオンライン応答試験システムの構築

-その 2.1 質点系弾性モデルによる動的試験-

DEVELOPMENT OF REAL-TIME ON-LINE TEST

-Part2. Dynamic test with SDOF elastic model -

秦 一平¹, 阿久戸 信宏², ○和氣 大輔³, 秋山 英士³
 Ippei Hata¹, Nobuhiro Akuto², *Daisuke Wake³, Eiji Akiyama³

Abstract: This paper describes the test results of real-time on-line test system. We conducted real-time on-line test of SDOF elastic model under sinusoidal shake and earthquake ground motion to consider effectiveness of the test system and control range of the system.

3-1. はじめに

前報その 2 では, リアルタイムオンライン応答試験システム(Real-Time On-Line Test 以下 RTOL 試験)の概要およびシステムの制御プログラムについて報告した。

本報では, 構築した RTOL 試験システムを用いて, 1 質点系弾性モデルを対象とした試験を行い, 理論値との整合性, システムの制御範囲について検討する。

3-2. 試験概要

本試験は 1 質点系弾性モデルを対象に行う。加力装置は油圧アクチュエータ (最大加力 400[kN], 最大ストローク ±200[mm], 最大速度 1.0[m/s]) を 1 台使用し, 加振方向は 1 方向とする(Figure 1)。演算用コンピュータによる時刻歴応答解析やシステムの制御等を全て含めて, 試験刻み時間 10[msec]で動的载荷を行う。また, 移動平均法の平均区間データ点数を 10 点とする。

3-3. 正弦波加振実験

3-3-1. 初期モデルおよび入力地震動

初期モデルは, 初期剛性 $k_0=70.0$ [kN/m], 粘性減衰定数 $h=0.1$, モデルの固有周期 T_0 [s]は入力した正弦波の周期と同一とする。各初期モデルを Table 1 に示す。正弦波加振周期は 1[s]から 5[s]として, 作成した各モデルの最大応答変位は 30[mm]とする。なお, 1 ステップ目を除く各ステップの剛性値は制御プログラムに従い, 試験で得られる履歴特性から算出された値を用いる。

3-3-2. 加振周期の制御範囲

本システムの精度と制御範囲を評価するため, 時刻歴応答解析結果(以下 理論値)と, RTOL 試験で得られる試験結果(以下 計測値)を比較する。

加振周期 3[s]以上の場合, 理論値と計測値は良い対応を示したことが確認できた(Figure 2)。しかし, 加振周期 2[s]以下の場合, 最大応答からの切り返し時に制御遅れが発生していることが確認された(Figure 3)。

Table 1. Parameter of SDOF elastic model

Period [s]	Mass [ton]	Damping Coefficient [kNs/m]	Initial Stiffness [kN/m]
1	1.770	2.228	70.0
2	7.092	4.456	70.0
3	15.958	6.685	70.0
4	28.370	8.913	70.0
5	44.328	11.141	70.0

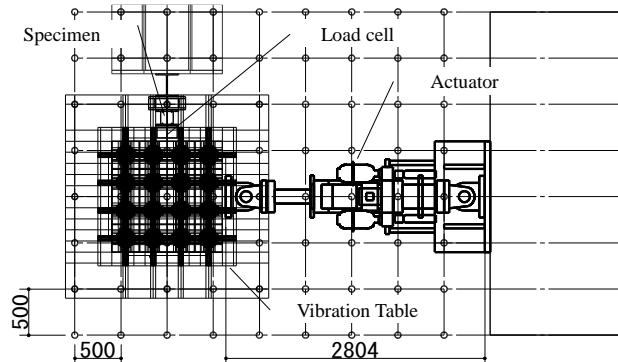


Figure 1. Test setup

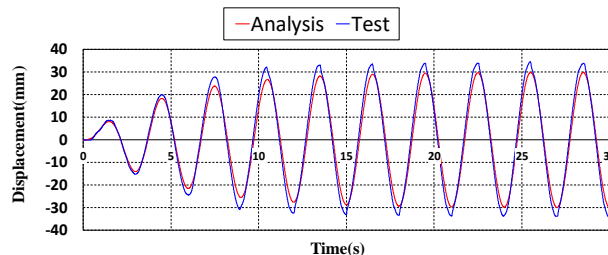


Figure 2. Displacement time histories (Period=3[s])

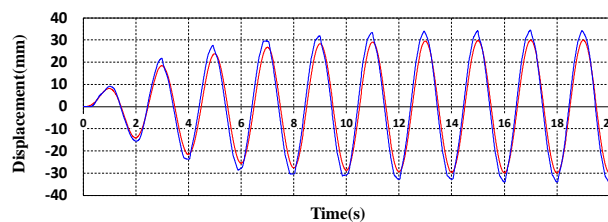


Figure 3. Displacement time histories (Period=2[s])

1: 日大理工・教員・建築 2: 日大理工・院・建築 3: 日大理工・建築

3-4. 地震波加振実験

3-4-1. 初期モデルおよび入力地震動

作成したモデルは、Table 1 に示した固有周期 4[s]のモデルとし、最大変位は 30[mm]とする。検討に用いた入力地震動は Table 2 に示す。

3-4-2. 試験結果および検討

本システムを用いた地震波加振結果より、理論値と計測値の比較から地震波加振時のシステムの追従性に着目しつつ、結果の検討を行う。

Figure 4 から Figure 6 に検討する 3 波の地震波加振結果を示す。地震波 El centro-NS を入力した加振試験を行った時の計測値と理論値を比較すると(Figure 4)、細かな違いを除けば、良好な一致を示していることが確認できる。

次に計測値と理論値の応答差が最大となった地震波 Hachinohe-NS を用いた試験結果(Figure 5)から検討を行う。最大応答差(5.67[mm])が確認された変位波形の 5[s]から 10[s]部分を抽出し、フーリエ振幅スペクトルを求めた。Figure 7 より周期 2[s]付近の成分が多く含まれていることが確認できる。この結果から、正弦波加振試験結果と同様に応答波形の周期成分によって、制御遅れが生じたことが確認できる。

地震波 JMAKOBE-NS を用いた試験結果(Figure 6)から比較をすると、25[s]以降で応答変位に位相差が発生していることが確認された。これは、応答変位±10[mm]以下程度での剛性判定がやや安定しないことが原因であり、発生した誤差が累積したため、設定した初期剛性よりややばらついてしまい位相差が発生してしまったことが考えられる(Figure 8)。

3-5. まとめ

本報では、構築した制御プログラムを導入した RTOL 試験システムを用いて、正弦波および地震波加振を行った。1 質点系弾性モデルを対象に制御プログラムの有効性とシステムの制御範囲、弾性モデルに対する追従性を確認する試験を行った。

正弦波加振試験結果より、加振周期 3[s]程度まで追従性が良いことが確認できた。

さらに、地震波加振試験結果より、細かな違いはあるものの良好な一致を示し、地震波に対する追従性も確認する事ができた。しかし、微小変形時の剛性判定はやや精度が欠けることが確認された。

3-5. 参考文献

[1]中島正愛, 政岡暢昭:「リアルタイムオンライン応答実験システムの開発と免震建物地震応答への適用(その 1, その 2)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 1998

Table 2. Input seismic waves

El centro-NS	Hachinohe-NS	TAFT-NS
TAKATORI-NS	JAMKOBE-NS	BCJ-L2

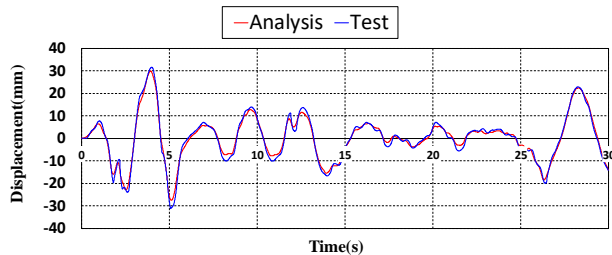


Figure 4. Displacement time histories (El centro-NS)

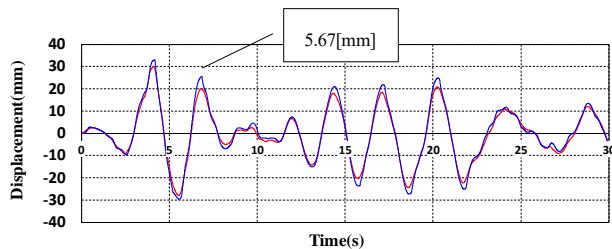


Figure 5. Displacement time histories (Hachinohe-NS)

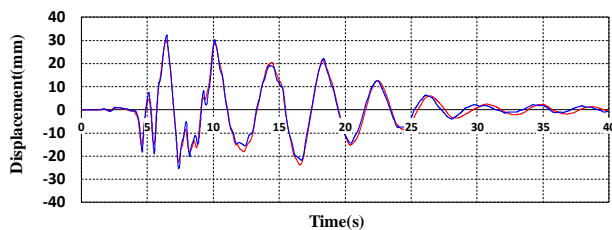


Figure 6. Displacement time histories (JMAKOBE-NS)

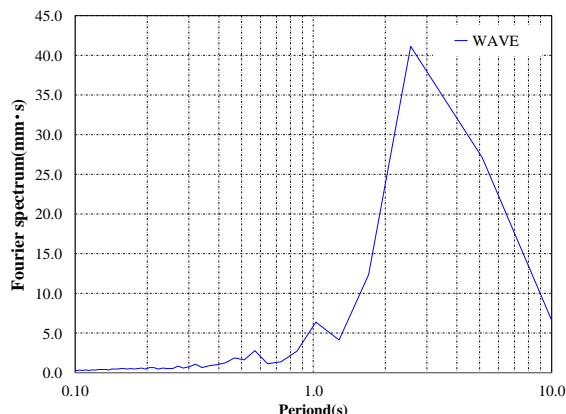


Figure 7. Amplitude spectrum

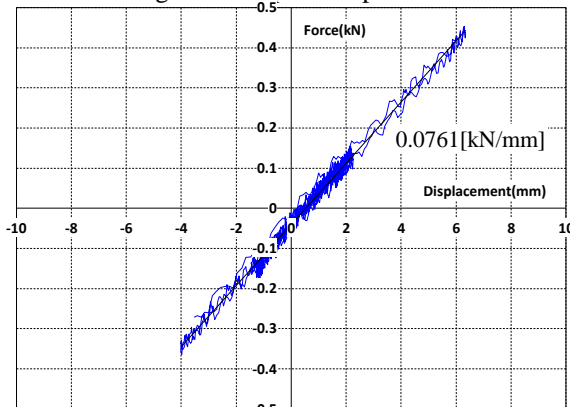


Figure 8. Hysteresis restoring force characteristics