

制振装置を含む木造軸組架構の振動台実験による性能実証試験
その3 固有振動数と等価剛性・等価減衰の分析

振動台実験 木造制振装置 木造軸組構法
粘弾性ダンパー 弾塑性ダンパー 性能試験

正会員 ○涌井栄治*1 同 佐藤利昭*2 同 真崎雄一*3
同 井口道雄*4 同 加藤 惇*5 同 肥田剛典*2
同 永野正行*6

1. はじめに

前報(その2)では、本振動台実験の結果概要、並びに荷重-変形関係に着目した分析をおこなった。その3では、固有振動数・最大層間変位、等価剛性・等価減衰に着目して結果の分析をおこなう。

2. 固有振動数・最大層間変位

地震波入力後におこなった STEP 波加振による固有振動数と地震波入力時の最大層間変位の推移を図1~図3に示す。単体要素を比較した図1より、耐震要素 PLY は BCJ Lv.2 入力後、Brace は JMA-KOBE 入力後に、固有振動数が低下し損傷を受けていることが確認できる。対して、制振要素 GVA, X-Wall は JMA-KOBE 入力後も固有振動数に大きな変化はなく、また、層間変位についても安全限界変形(層間変位 90mm)程度にとどまっていることが確認される。複合要素試験体については、X-Wall の付加を比較した図2, GVA の付加を比較した図3より、制振要素 X-Wall, GVA を付加することにより、単体要素試験体と比較して、振動数変化ならびに層間変位についても抑制されることが確認できる。

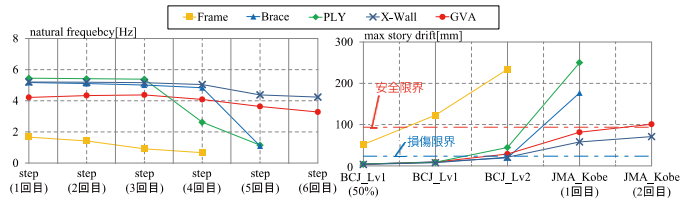


図1 固有振動数と層間変位の推移 単体要素の比較

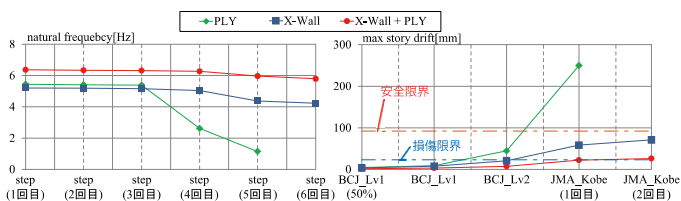


図2 固有振動数と層間変位の推移 X-Wall 関係の比較

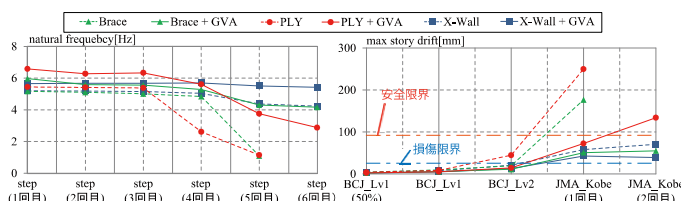


図3 固有振動数と層間変位の推移 GVA 関係の比較

3. 等価剛性・等価減衰の評価

3.1 評価方法

等価剛性・等価減衰は、各入力地震波に対して、部分空間法¹⁾(時間窓:中心時刻±2.0sec.)を適用して、加速度記録より同定して評価する(図4参照)。図5にこの方法で評価した試験体 Brace, X-Wall, GVA の等価剛性・等価減衰の経時変化を示す。なお、以降の分析では処女変形時の値を代表値として使用する。

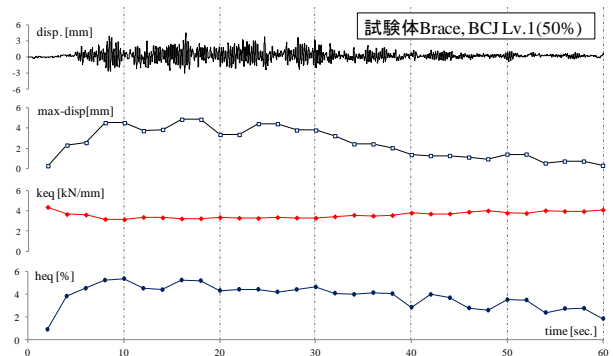


図4 部分空間法による等価剛性・等価減衰の経時変化の一例

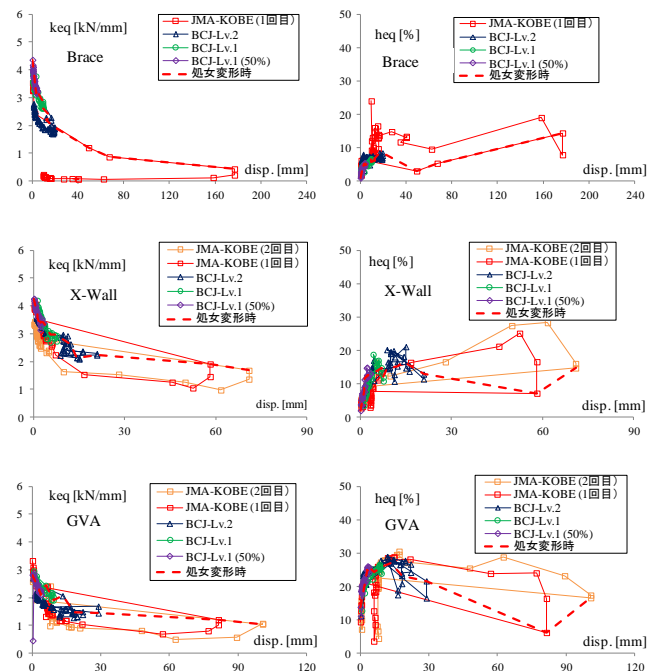


図5 等価剛性・等価減衰(試験体 Brace, X-Wall, GVA)

3.2 単体要素の比較

図 6 に単体要素試験体を対象に、層間変位に対する等価剛性と等価減衰の関係を示す。等価剛性では、制振要素 X-Wall は変形初期で PLY, Brace と同程度の剛性を有しており、20mm 以降の変形領域では、X-Wall, GVA 共に耐震要素に対し優位性が確認される。GVA の等価減衰は他の要素に比べ変形初期から 45mm(層間変形角 1/60)程度まで明らかに高いといえる。

3.3 X-Wall を用いた複合要素

図 7 は試験体 PLY に制振要素 X-Wall を付加した場合の等価剛性と等価減衰を比較した結果である。

制振要素 X-Wall を PLY に付加した場合、PLY, X-Wall 単体要素試験体と比較して、減衰付加効果は明瞭ではないものの、変形初期から等価剛性の優位性を確認できる。

3.4 GVA を用いた複合要素

試験体 Brace, PLY, X-Wall に制振要素 GVA を付加した場合の等価剛性と等価減衰を比較した結果を図 8 に示す。等価剛性では、制振要素 GVA を付加した場合、すべての複合要素試験体で、変位 5mm 以降での剛性付加効果は明瞭ではなく、また、PLY+GVA では試験体 GVA 単体と比較して変位 10 ~ 20mm の領域で剛性の低下が指摘されるが、変形初期では制振装置 GVA を付加したことによる剛性の増大は明らかである。等価減衰においては、GVA を他の要素と複合させた場合、いずれも試験体 GVA と比較して等価減衰が低下していることが確認される。また、制振装置 GVA の減衰付加効果は、PLY に付加した場合に限り明瞭ではないものの、試験体 Brace, X-Wall に付加した試験体では、Brace, X-Wall 単体要素試験体と比較し、減衰性能の向上が確認できる。

4. まとめ

本報では、本実験の等価剛性・等価減衰の評価方法を示し、その結果ならびに固有振動数、最大層間変位の結果について分析をおこない、次の知見を得た。

1. 制振要素 GVA, X-Wall を付加した試験体では、単体要素試験体よりも損傷を抑え、変位を抑制できる。
2. 制振要素 X-Wall を付加すると、減衰への効果は明瞭ではなものの、変位領域に係わらず剛性の増加を期待できる。
3. 制振要素 GVA を付加した複合要素試験体は、試験体 GVA 単体の減衰性能より低くなるものの、変位領域に係わらず、PLY を除く単体要素試験体の減衰性能を高めることができる。

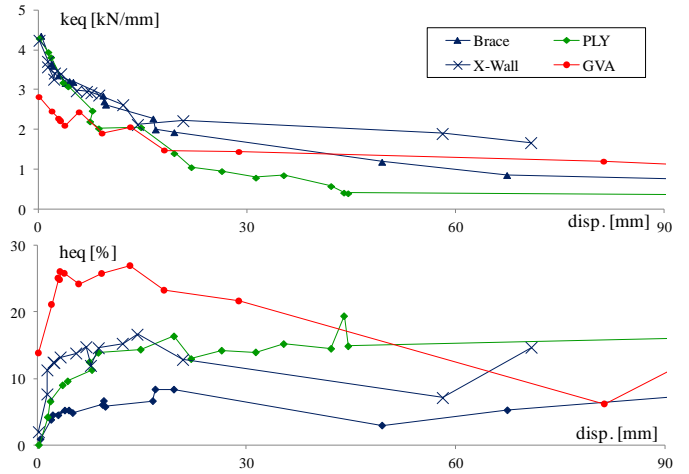


図 6 等価剛性・等価減衰(単体要素の比較)

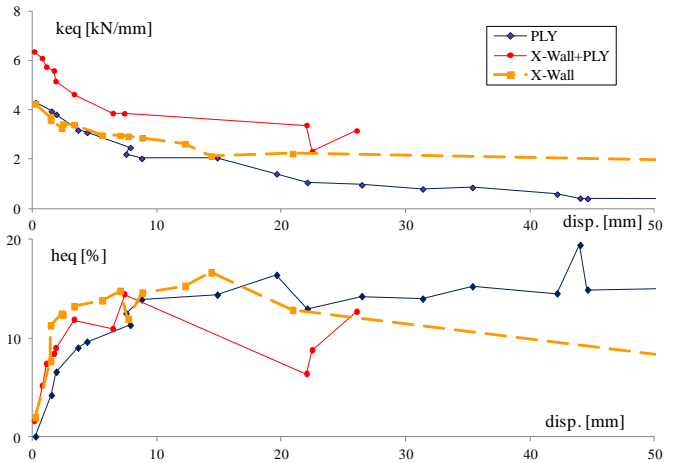


図 7 等価剛性・等価減衰(X-Wall 関係の比較)

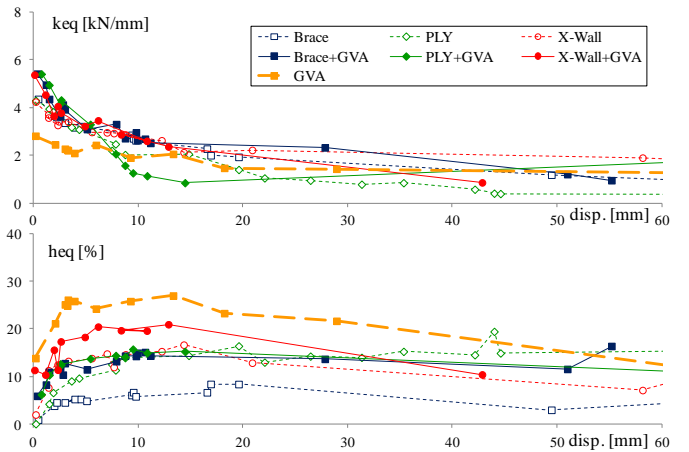


図 8 等価剛性・等価減衰(GVA 関係の比較)

参考文献

- 1) 2004.2 片山徹：システム同定 部分空間法からのアプローチ，朝倉書店

*1 (有) MASA 建築構造設計室 構造設計部長，工修
 *2 東京理科大学 助教，博士(工学)
 *3 (有) MASA 建築構造設計室 代表取締役
 *4 東京理科大学 名誉教授，工博
 *5 東京理科大学大学院 修士課程
 *6 東京理科大学 教授，博士(工学)

*1 Manager, MASA Architectural Design Bureau, M. Eng.
 *2 Assist. Prof, Tokyo University of Science, Dr. Eng.
 *3 Director, MASA Architectural Design Bureau
 *4 Prof. Emeritus, Tokyo University of Science, Dr. Eng.
 *5 Graduate Student, Tokyo University of Science
 *6 Prof., Tokyo University of Science, Dr. Eng.