

鉄筋コンクリート部材の構造実験データのばらつきと数値解析の精度に関する研究(1)



国立研究開発法人 建築研究所 国際地震工学センター 主任研究員 諏訪田晴彦

背景・目的

鉄筋コンクリート部材をコンクリートの設計基準強度や鉄筋の規格降伏強度に基づいて、同一の設計条件で設計した場合、設計式や数値解析で想定する強度や破壊モードに対する実験値のばらつき程度は必ずしも明確ではない。そこで、本研究では、同一の条件で設計・施工された鉄筋コンクリート造梁試験体の過去10年分(2009年～2018年)の曲げせん断実験データを対象として、同一の設計条件であっても確実に発生するであろう材料強度のばらつき、部材の強度や破壊モードのばらつきを確認したうえで、汎用FEM解析による推定精度を検証した。

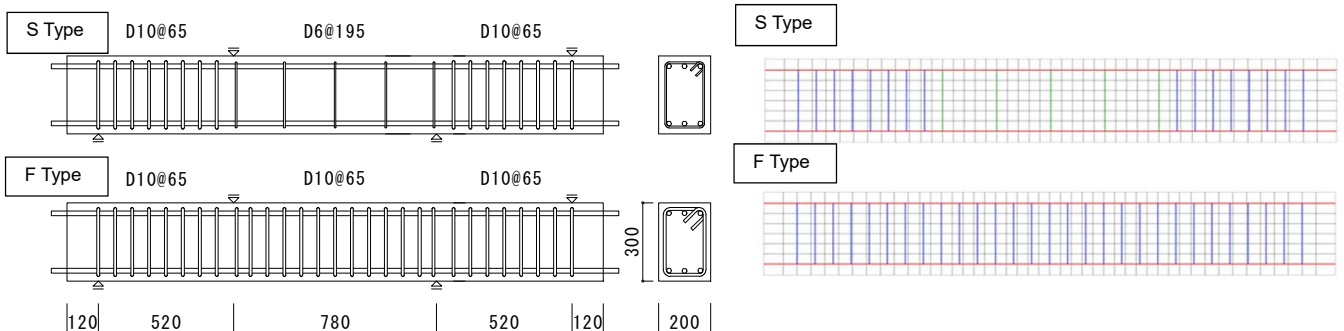
実験および解析の概要

試験体

- ◆ S Type → 設計で“せん断破壊”が想定される試験体(計算上、付着割裂破壊は生じない)
- ◆ F Type → 設計で“曲げ降伏”が想定される試験体

解析概要

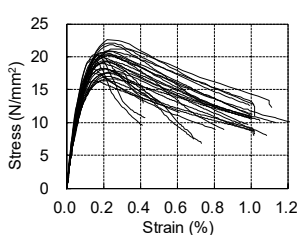
- ◆ 汎用FEM解析プログラム「DIANA」による2次元非線形解析
- ◆ コンクリートは4節点平面応力要素、主筋はトラス要素、あばら筋は埋込鉄筋要素、主筋とコンクリート間にはインターフェース要素を使用
- ◆ 圧縮側 σ - ϵ モデルはFeenstraの放物線モデル、引張側 σ - ϵ モデルはHordijkモデル、ひび割れ発生後のせん断伝達モデルおよび圧縮強度低減モデルは土木学会の標準示方書に示されているモデル、破壊条件はHsieh-Ting-Chenらの4パラメータモデル、付着モデルはCEB-FIPモデルを使用



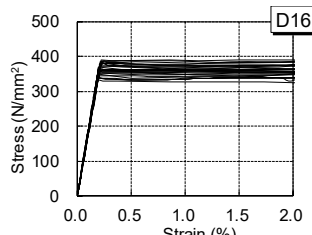
※主筋はいずれもD16

試験体の配筋図

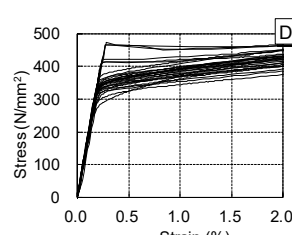
FEM解析における要素分割図



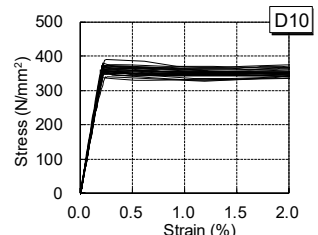
コンクリート



主筋



S Typeのあばら筋



F Typeのあばら筋

使用材料の試験結果

鉄筋コンクリート部材の構造実験データのばらつきと数値解析の精度に関する研究(2)



国立研究開発法人 建築研究所 国際地震工学センター 主任研究員 諏訪田晴彦

検討結果

破壊モード

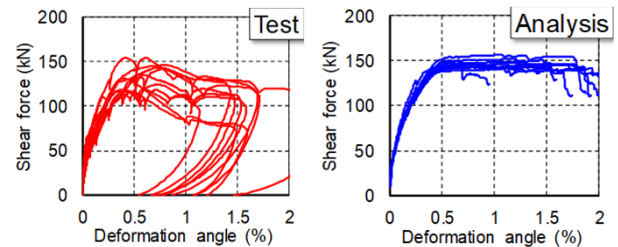
◆ S Type

実験 → せん断破壊2体、付着割裂破壊8体
解析 → 全て曲げ降伏後のせん断破壊

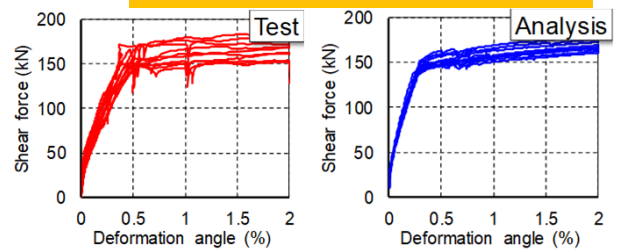
◆ F Type

実験 → 全て曲げ降伏
解析 → 全て曲げ降伏

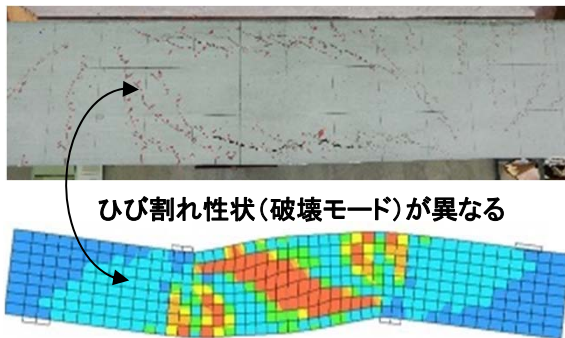
S Typeでは、実験でのばらつきが大きく(必ずしも設計で想定される破壊モードにならない)、そのばらつきに対する解析精度が低い。原因の一つは、せん断破壊や付着割裂破壊の各種破壊モードを表現するための構成則モデルの検討が必ずしも十分ではないことがあげられる。



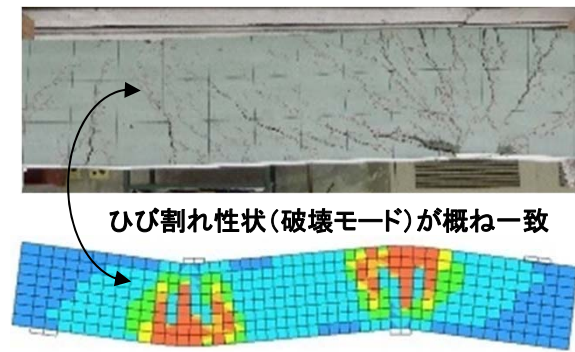
S Typeの荷重-変形関係



F Typeの荷重-変形関係



S Typeの最終ひび割れ性状の比較

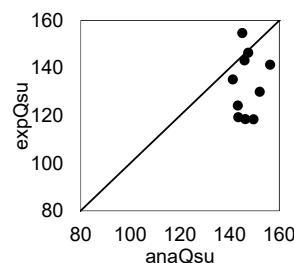


F Typeの最終ひび割れ性状の比較

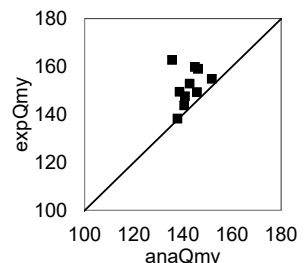
耐力の評価精度

◆ S Type → 10体中8体で実験値を危険側に評価
◆ F Type → 全試験体の実験値を安全側に評価

S Typeでは、破壊モードが再現できなかったことに起因してばらつきが大きい。



S Typeの耐力評価



F Typeの耐力評価

まとめと今後の課題

- S Typeでは、実験において、設計で想定された破壊モード(せん断破壊)とは異なる破壊形式(付着割裂破壊)が生じるケースが多くみられ、解析による実験結果の再現性も低かったことから、各破壊モードを表現するための構成則モデルのさらなる検討が必要である。
- F Typeでは、実験および解析共に設計で想定された破壊モードが再現され、耐力の評価精度も概ね良好であった。