

アンボンド PC 圧着梁のせん断性能に関する解析的研究

正会員 〇山中 健次*
同 島崎 和司**

PC アンボンド 圧着梁
FEM 解析

1.はじめに

昨年度アンボンド PC 圧着梁について、せん断耐力確認実験¹⁾を報告した。本論ではそのうちの試験体 PC01 について FEM 解析により、その性能を検討する。

2.解析概要

解析には、汎用非線形有限要素法構造解析プログラム ADINA²⁾を用いた。今回の解析に用いる要素は、コンクリートと目地モルタルは 8 節点立体要素、鉄筋は 2 節点トラス要素とした。加力治具、鉄板部分はコンクリートと同様に 8 節点立体要素とした。

材料特性として、図 1(a)にコンクリート、(b)に鉄筋の応力度—歪度関係を示す。コンクリートはプログラムに用意されているモデルを用い、強度とヤング係数は実験値を用いた。鉄筋と鉄板はバイリニアモデルとして材料特性を定義した。

解析対象は $M/QD=1.5, F_c=30$ の試験体 PC01 とし、解析モデルを図 2 に示す。実験では PC 鋼材の張力の変動が見られなかったため、プレストレス力は PC 鋼棒が付いている上下の鉄板に実験開始時の値約 1800kN を圧縮力として加えた。試験体の圧着部分は、スタブと目地モルタルの間に引張強度を低くした薄い要素を入れることで模擬した。固定条件は下スタブの底面のみ固定とし、実験時と同じ加力をするため L 型の治具を入れ、試験体に逆対称モーメントが作用するようにした。

2.4 加力方法

加力点を図 2 に水平力として示した。水平方向の加力は、プレストレス力を導入後に試験体の中央高さの位置に水平力を増分させ、単調載加とした。

3.解析結果

図 3 に実験と解析結果の荷重—変位関係を示す。解析結果は、耐力・剛性ともに実験結果を概ね捉えることができた。層間変形角 $1/200$ 以降は変位が急増し、この地点で壊れたと思われる。

層間変形角 $R=1/400, 1/200$ の時のせん断補強筋の歪分布の実験値と解析値の比較を図 4(a),(b)に示す。層間変形角 $R=1/400$ の 1 回目で実験値のせん断補強筋は降伏していないが、解析値は降伏している。 $R=1/200$ に向かう 3 回目の $R=1/400$ で実験値のせん断補強筋も降伏している。図 3 に

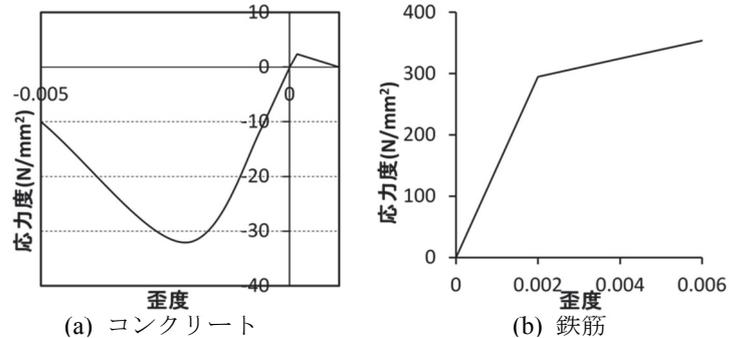


図 1 応力度—歪度関係

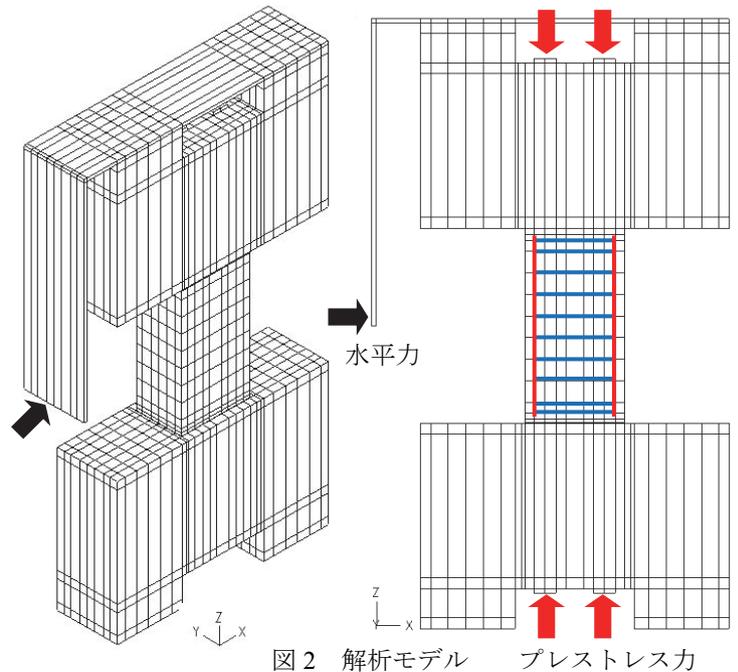


図 2 解析モデル プレストレス力

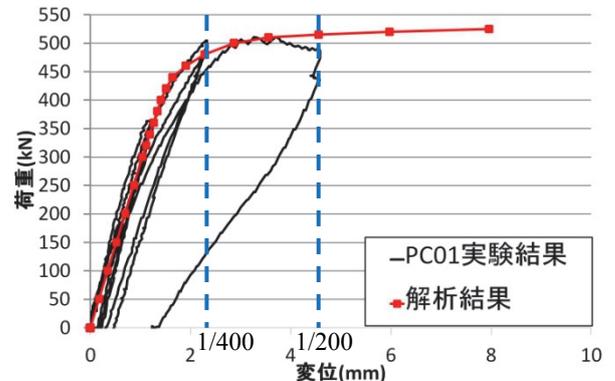


図 3 荷重—変位関係

示す荷重—変位関係において 1 回目の $R=1/400$ では実験の方が荷重が大きく、3 回目では小さい。解析は 3 回目の挙動に近くなっている。 $R=1/200$ では試験体端部のせん断補強筋は降伏せず、実験値の傾向を捉えている。

図 5(a),(b)に右側から加力した時の $R=1/400, 1/200$ の主応力図(ベクトル図)を示す。全体的にプレストレス力により上下方向に最小主応力が向いている。 $R=1/400, 1/200$ とも応力方向はほとんど変わらず、端部の応力のみ大きくなっている。

図 6(a),(b)に $R=1/400, 1/200$ の梁部分の Z 方向応力図(コンター図)を示す。 $R=1/400$ は梁の対角に圧縮力の最大値が生じており、圧縮ストラットが形成されていると思われる。 $R=1/200$ まで徐々に内部の応力が変化していき、 $R=1/200$ で圧縮応力が集中している端部の圧壊によって圧縮ストラットの圧縮応力状態が対角から縦向きに変化してきている。その後、圧縮ストラットを保持できなくなった時点で試験体の最大耐力に達したと見られる。

図 7(a),(b)に $R=1/400, 1/200$ の最大せん断応力図を示す。 $R=1/400$ では Z 方向応力と同様に端部のほうにせん断応力が集中し、最大せん断応力は対角になっている。 $R=1/200$ は最大せん断応力がほぼ断面中央となっている。

図 8(a),(b)に $R=1/400, 1/200$ の実験時のクラック図を、(c)に最終破壊状況の写真を示し、図 9(a),(b),(c)に解析結果の $R=1/400, 1/200$ 、壊壊時の破壊状況を示す。 $R=1/400$ の図(a)を比べると、実験では縦クラックとせん断クラックが入っているが解析では見られない。図(b)の $R=1/200$ の実験では損傷が進みコンクリートの圧縮試験のようなクラックと曲げクラックが新たに入っており、解析は端部の圧壊が進み縦に損傷が出ている。最終破壊状況は、実験は対角にクラックが入ると同時に壊れ、解析においても斜めに損傷が出始めたと同時に壊れた。これらの結果から、今回の解析条件・モデルで概ね実験の挙動を追従できていると考えられる。

4.まとめ

試験体の圧着部分を引張強度が低い要素とし、プレストレス力を圧縮力で模擬した解析を行い、耐力・剛性、せん断補強筋の歪分布を実験値と解析値を比較した。その結果として、FEM 解析で概ね実験を追従できることが確認された。

【参考文献】

- 1)江頭,山中ほか：アンボンド PC 圧着梁のせん断耐力確認実験 その1,その2 AIJ 学術講演梗概集 2013.8
- 2)ADINA Ver.9.0 : The Finite Element System for Structures, ADINA R&D, Inc, 2014

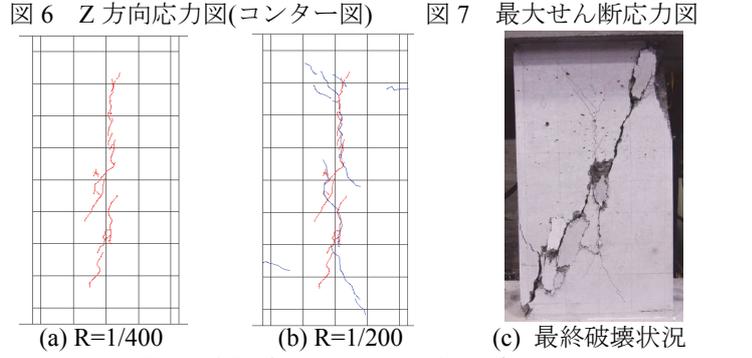
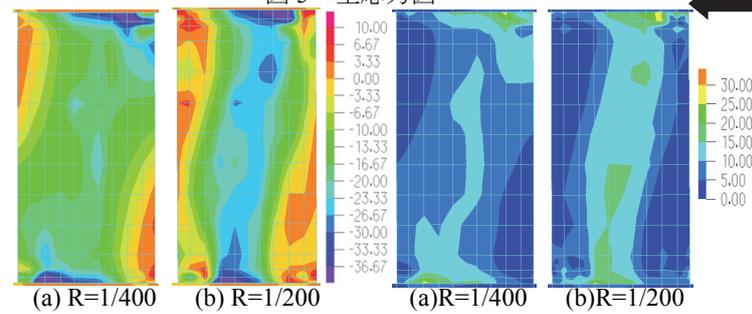
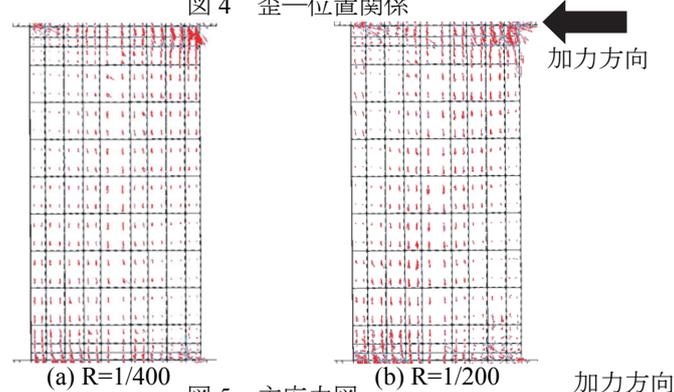
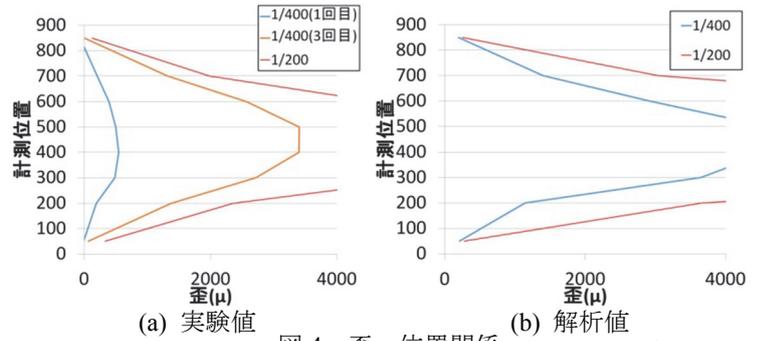


図 6 Z 方向応力図(コンター図) 図 7 最大せん断応力図

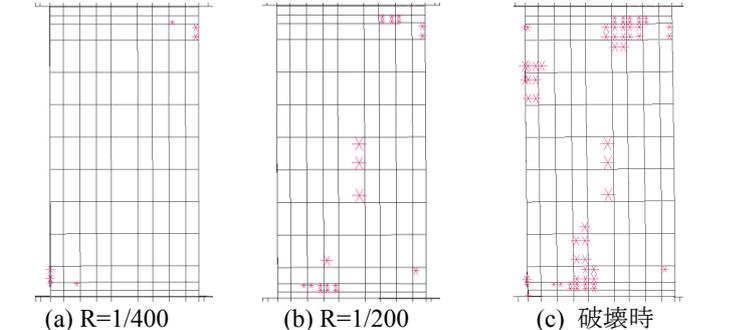


図 8 実験時のクラックと最終破壊状況 図 9 解析での破壊状況

*神奈川大学大学院 工学研究科 建築学専攻
 **神奈川大学 工学部 建築学科 教授 博士(工学)

* Graduate Student, Kanagawa University
 ** Professor, Kanagawa University, Dr. Eng.