

界面の付着破壊を考慮した 鋼コンクリート複合構造の性能照査の試み

構造強度学研究室
高橋 一生

2017年2月15日

複合構造

- 異なる性質の材料を組み合わせ長所を活かす構造
- 複数の材料が一体となって抵抗しているか確認する必要



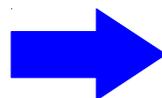
接合部の耐荷メカニズム
確認のため模型実験
× 模型製作のコスト
⇒有限要素解析を活用



現状、精度の良い材料界面モデルが未確立

鋼-コンクリート界面の付着をモデル化

界面の付着破壊を考慮した有限要素解析により、小型供試体や、周期構造の一部を再現したモデルでの解析実績。



本研究の目的

より実物に近い模型実験を再現した有限要素解析を行い

- 実験の再現性の確認
- 異種材料接合部の特性の評価を試みる

解析するモデル

I形鋼桁・RC壁 片持ち梁モデル

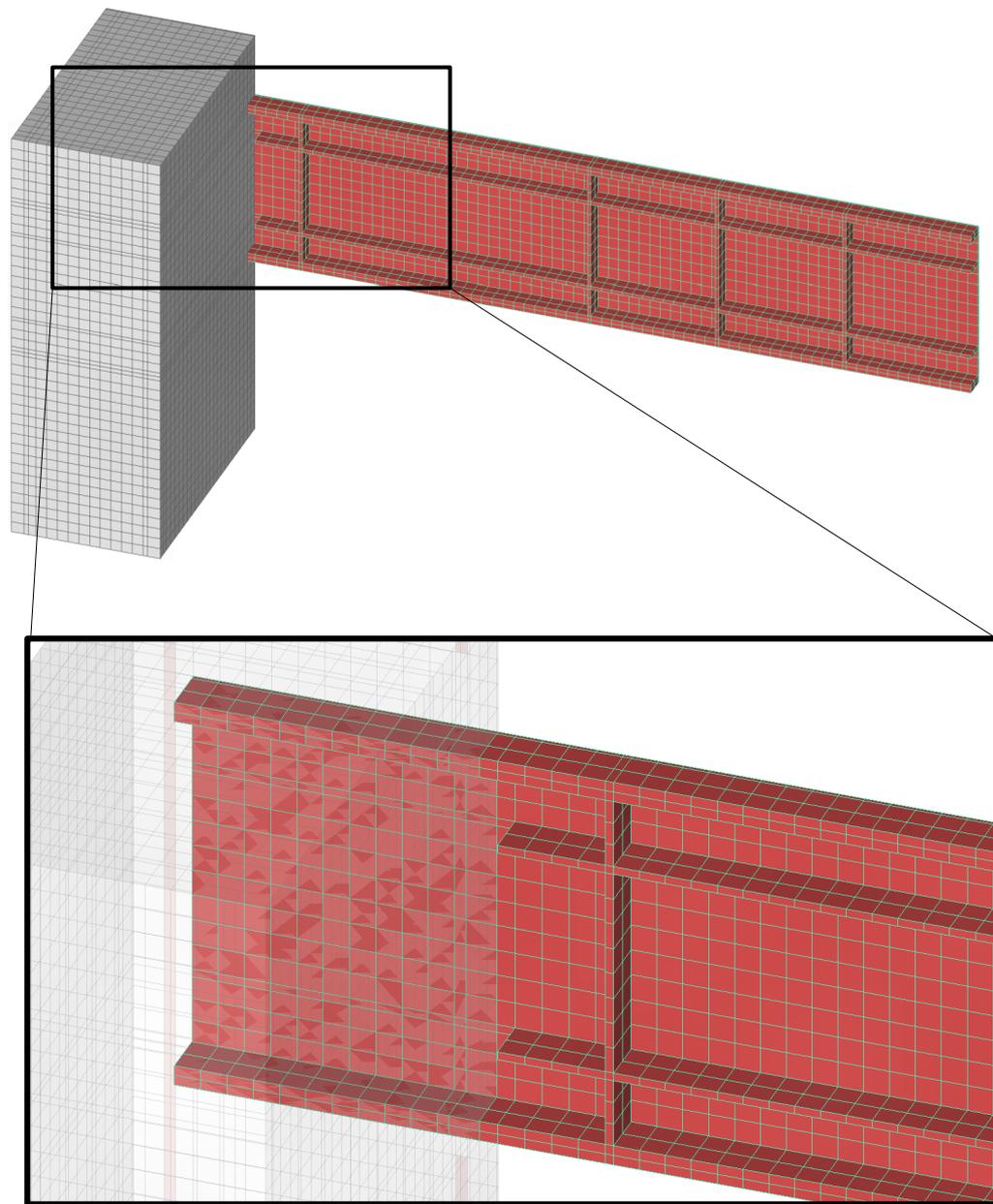
(独)土木研究所など実施の実験(2015)
ジョイントレス橋台の接合部の模型
桁長 3,400mm, 桁高 715mm
埋込長 585mm, ハーフモデル

解析プログラム

有限要素解析

弾塑性解析, 接触解析

鋼 : $E=200\text{GPa}$, 降伏強度 356MPa
弾完全塑性, von Mises降伏条件
コンクリート :
 $E=24.7\text{GPa}$, 圧縮強度 32.4MPa
Drucker-Pragerの破壊基準



解析プログラム

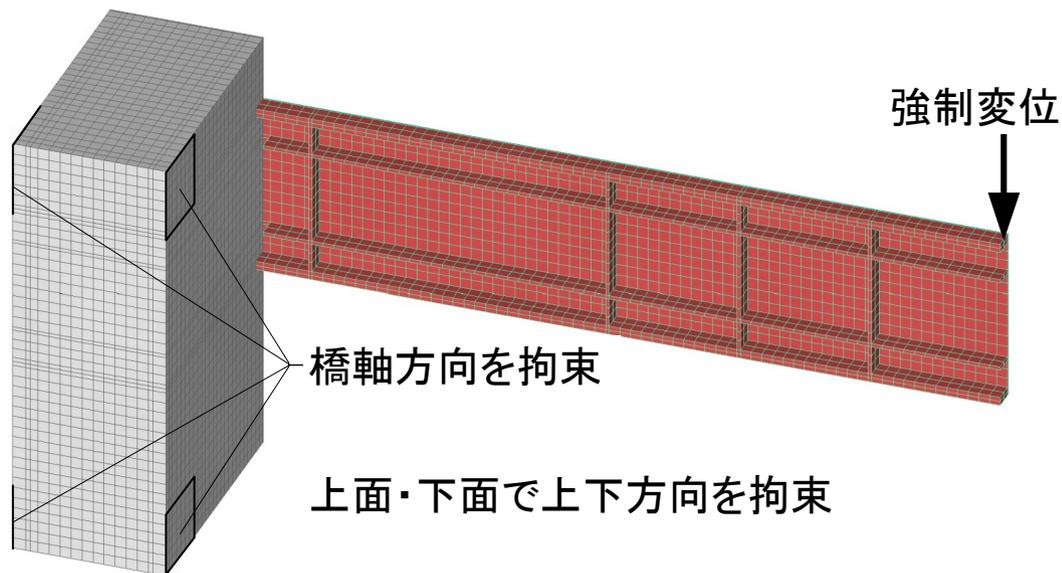
有限要素解析

弾塑性解析, **接触解析**

節点間接触 (鋼桁側節点-RC壁側節点)

接触力と摩擦力を計算. これらと
付着強度より付着破壊を判定.

摩擦力: Coulomb摩擦, 摩擦係数0.8



付着強度 全5ケース

- 付着なし(強度 0MPa)
 - 1MPa
 - 2MPa
 - 3MPa
- } 実験より
- 付着破壊しない

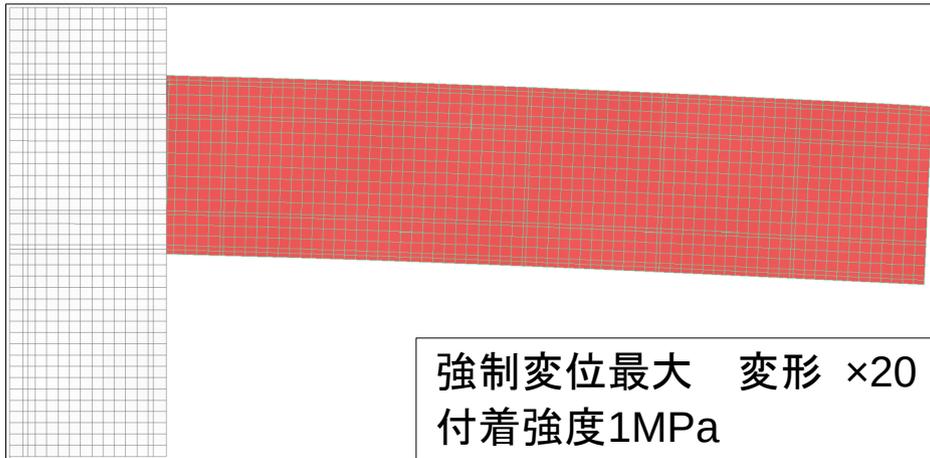
実験時の拘束を再現.

鋼桁先端に強制変位(7.1mm)を与え

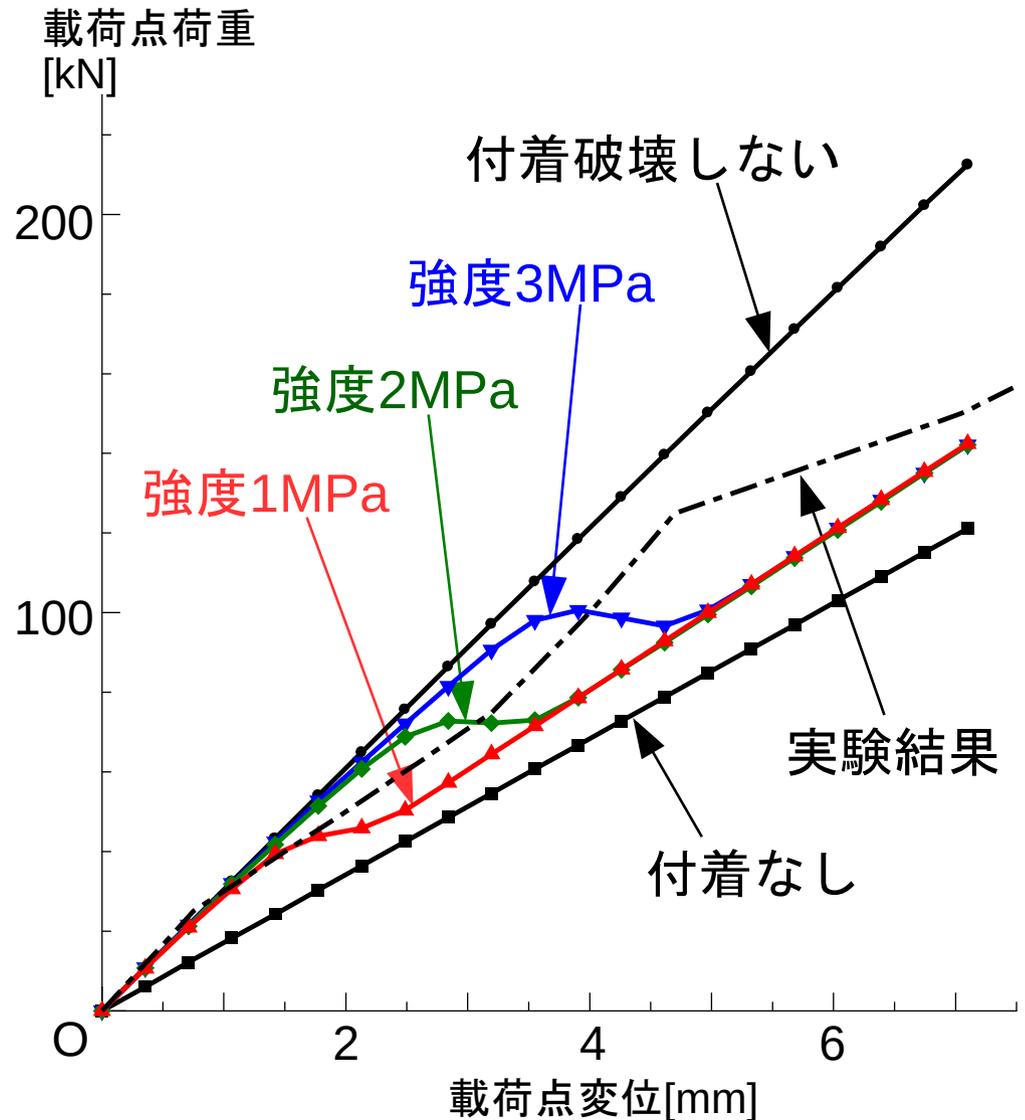
- ✓ 載荷点の荷重
 - ✓ 鋼桁のRC壁からの抜け出し
- を測定.

⇒既存の実験結果と比較

荷重 対 載荷点変位



- 付着破壊を考慮すると 付着がない/付着が破壊しない場合に比べ**実験結果に近い荷重-変位関係**が得られた.
- 付着破壊を考慮した場合 変位増加に対して荷重増加の小さい**平坦部**が見られた.
- 付着強度が小さいと平坦部の荷重は小さい.

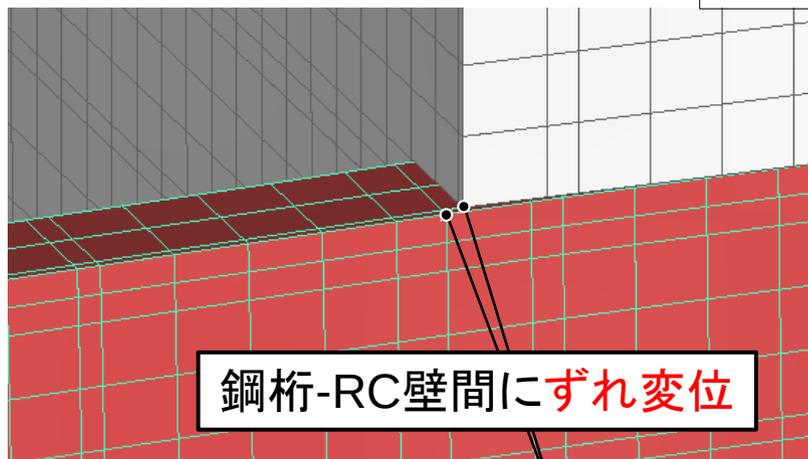


荷重 対 抜け出し量

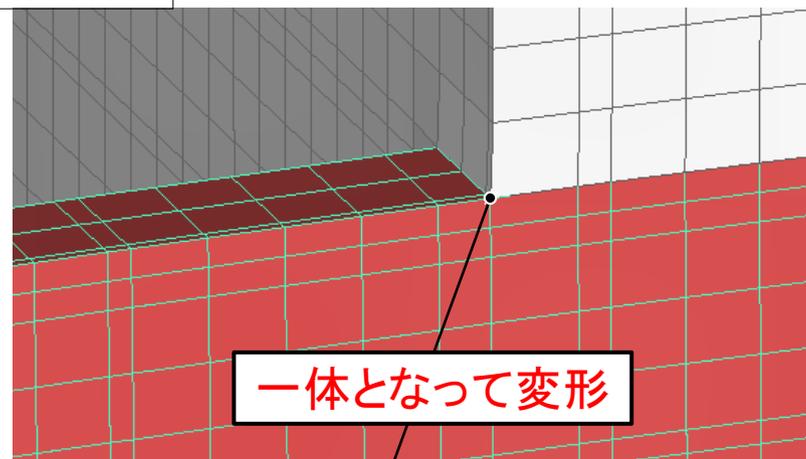
付着破壊する(強度1MPa)

強制変位最大 変形 ×20

付着破壊しない



鋼桁-RC壁間にずれ変位



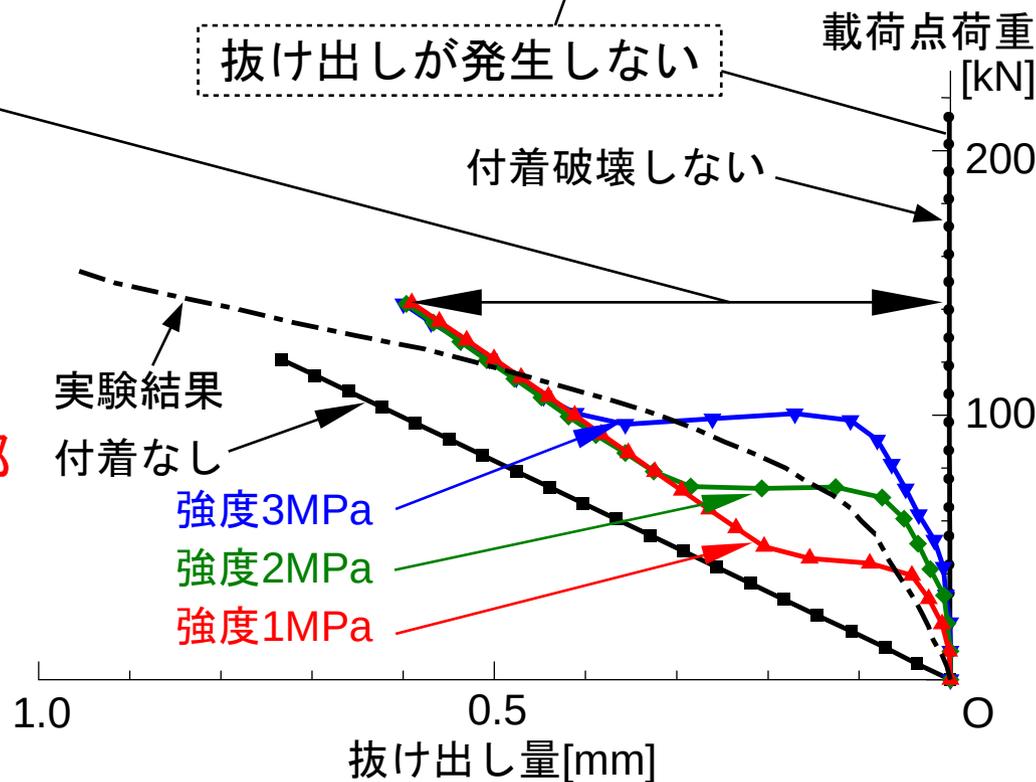
一体となって変形

2点間の橋軸方向相対距離
⇒「抜け出し量」

抜け出しが発生しない

載荷点荷重 [kN]

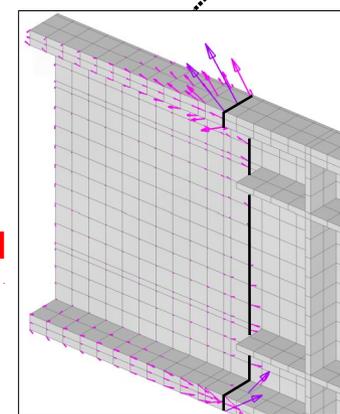
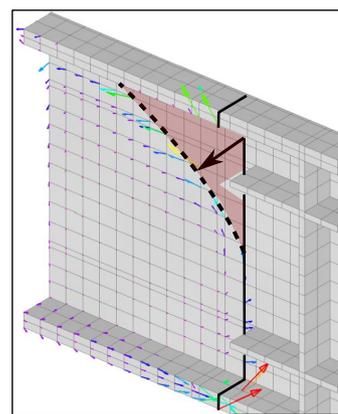
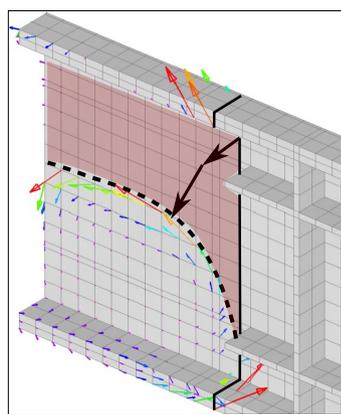
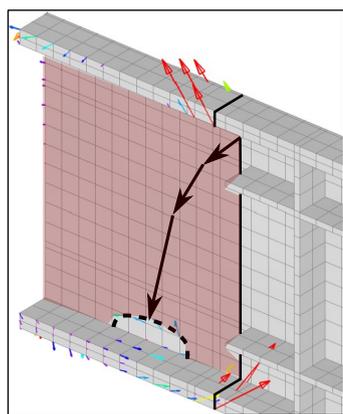
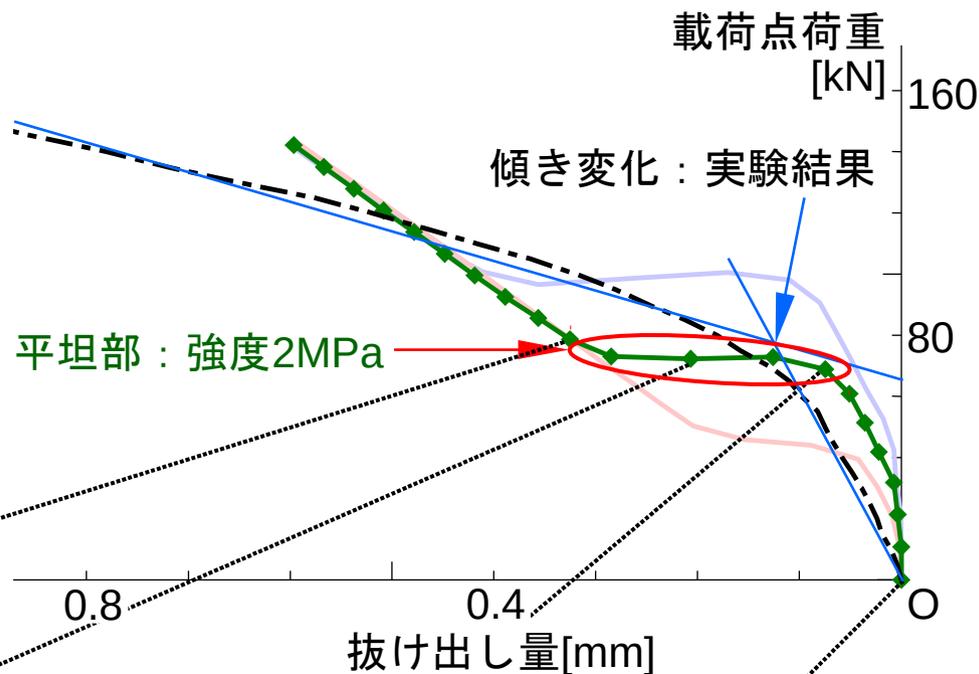
- 実験結果の荷重-抜け出し曲線の勾配に変化が見られた.
- 付着破壊を考慮した解析では、同等の荷重範囲で曲線に平坦部が見られた.
- その後は、荷重増加に対して抜け出し増加を小さく評価.



付着破壊の進展と鋼桁抜け出し

付着強度を設定した解析3ケースでの平坦部は付着破壊と対応

⇒付着破壊の再現により、抜け出し発生による曲線の傾きの変化を捉えることができた。



付着破壊の進展状況(付着強度2MPa)
色矢印は接触力. 色付部は付着破壊

接触力 大 0

- 付着破壊を考慮して，実物に近い模型の有限要素解析を行えた．
- 付着破壊を考慮することで，実験に近い荷重-変位関係を得られた．
- 荷重-抜け出し関係についても，実験における勾配の変化をとらえられた．ただし，付着破壊完了後は抜け出しを過小評価する傾向が見られた．（改善の余地あり）
- 付着破壊の進展を再現し観察できた．

追加的な調査として、摩擦係数を0.4に下げて解析を試行.



摩擦係数が小さいと、付着破壊～破壊後は荷重に対して抜け出しが大きくなる.

⇒実験結果の、抜け出しが大きい範囲の図の傾きに近づく.

- 本解析で採用した摩擦係数の値が大きかった可能性

