

### 機械式定着鉄筋の引抜き試験の再現解析

大成建設株式会社 正会員 ○畑 明仁  
 大成建設株式会社 正会員 趙 唯壑  
 大成建設株式会社 正会員 武田 均  
 VSL JAPAN 株式会社 大宮 正弘

#### 1. はじめに

耐震性能等の要求性能の高まりにより鉄筋コンクリート構造に使用される鉄筋は高密度化, 高強度化する傾向にあり, 配筋作業の省力化・効率化を目的とした機械式鉄筋定着工法のニーズは一層高まっている。

機械式鉄筋定着工法の一つであるプレート定着型鉄筋も様々な施工現場で採用されており, また, 太径鉄筋や高強度鉄筋等のより幅広い条件への対応ニーズも増しつつある. 大成建設ではこうしたニーズに答えるためにプレート定着型鉄筋を対象として実験と数値解析を両輪とした技術検討を継続実施している. 本論ではSD345, SD390, SD490 鉄筋 (径 D32) を対象に行った引抜き試験の数値解析による再現解析結果を報告する。

#### 2. 実験の概要

解析対象とする実験はプレート定着型鉄筋の引抜き試験である. 表-1 に実験条件および図-1, 図-2 に試験体と加力装置の概要を示す. CASE1 と CASE2, 3 でプレートの径が異なっているが, これは CASE1 と CASE2, 3 で実験の実施時期が異なるためである. CASE1 は開発初期段階の実験であり, 必要径を確認するために小さい径 ( $\phi 65$ ) のプレートを用いている. 一方, 現行の技術審査証明<sup>1)</sup> では D32 をせん断補強に用いる場合のプレート必要径は鉄筋強度によらず 70mm であり, CASE2, 3 では現行審査証明に準拠した径 70mm のプレートを用いている. 引張試験は 1000mm×1000mm×500mm のコンクリートブロックを用いた引抜き試験であり, 鉄筋とプレートの接合部周辺

表-1 実験条件

CASE	鉄筋				プレート					コンクリート
	径	種別	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	種別	形状	径 (mm)	厚さ (mm)	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	強度 (N/mm <sup>2</sup> )
1	D32	SD345	384(345)	605(490)	SM490A	円形	65	19	370(315)	32.4
2	D32	SD390	431(390)	653(560)	S45C	円形	70	22	370(-)	32.1
3	D32	SD490	529(490)	714(620)	S45C	円形	70	26	370(-)	33.2

(注) S45Cの降伏強度は参考文献2) を参考としてSM490Aと同等に設定. ( )内は規格値.

(プレート上端より約 10mm の位置) に取付けたインバー線の変位量を変位計により計測するものである. 鉄筋とコンクリートブロックの付着効果を排除するために, 鉄筋周囲には粘土を貼りつけその周囲をビニルテープで巻きつける処理を行っている。

#### 3. 数値解析条件

数値解析は軸対象 FEM 解析により行った. 図-3 にメッシュ図を示す (10548 節点, 10145 要素). プレート定着部等の応力急変部の計算精度を確保するため, 一要素 5mm 以内のサイズとした. コンクリート構成則は技術審査証明に示される過去の検討事例を参考に Drucker Prager モデルを用い, 圧縮側の骨格曲線がコンクリート標準示方書<sup>3)</sup> の二次関数となるように設定した. 図-4 に Drucker Prager の降伏曲面を示す. なお, コンクリート強度は実験においては 32.1~33.2N/mm<sup>2</sup> の値が得られているが, 本解析では全て 30N/mm<sup>2</sup> とし

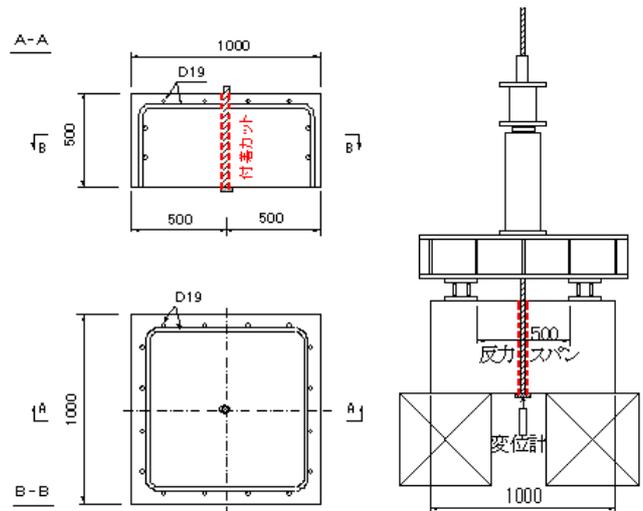


図-1 試験体概要

図-2 加力装置概要

キーワード 機械式鉄筋定着, プレート定着型鉄筋, 高強度鉄筋, 引抜き試験, 軸対象 FEM 解析  
 連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社技術センター TEL045-814-7230

た. また鉄筋の構成則はコンクリート標準示方書に示される引張硬化を考慮した構成則とし, プレートについてはバイリニア型とした. 図-5にコンクリートと鉄筋の応力-ひずみ関係を示す.

コンクリートと鉄筋との接触面はせん断方向には自由にすべりを許容し, 圧縮は剛, 引張には抵抗しない設定とした. 境界条件はコンクリート上端の右端部 100mm を固定し, 鉄筋上端に強制変位を与えて変位制御で载荷した.

4. 解析結果

図-6 に解析結果を示す. 鉄筋強度を変えた全てのケースにおいて解析結果と実験結果が良好に一致している. 数値解析はコンクリートおよび鉄筋の非線形性が大きくなると解が不安定となり収束解が得られない場合があるが, 本結果では収束解が得られた範囲の結果を全てプロットしており, 収束解が得られた場合においては荷重-変位関係を良好に表現していると言える.

5. 今後の展開

本検討では, 過去の解析検討の手法を踏襲してコンクリートの構成則として Drucker Prager モデルを採用した. 今後は, コンクリート標準示方書に示される非線形 FEM 解析に用いるコンクリート構成則を用いて再現解析を行う予定である.

参考文献

- 1) 一般財団法人土木研究センター: 建設技術審査証明報告書 (土木系材料・製品・技術), プレート定着型せん断補強鉄筋「Head-bar」, 平成 27 年 11 月.
- 2) 一般財団法人日本建築総合試験所: 建築技術性能証明評価概要報告書, Head-bar (ヘッドバー) 定着工法-鉄筋先端に定着板を摩擦圧接した異形鉄筋の機械式定着工法-, 2011 年 3 月.
- 3) 公益社団法人土木学会: コンクリート標準示方書 設計編, 2012 年制定, 2012 年 12 月.



図-3 軸対象メッシュ

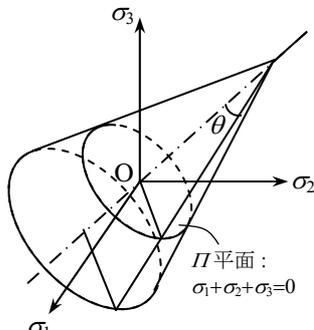
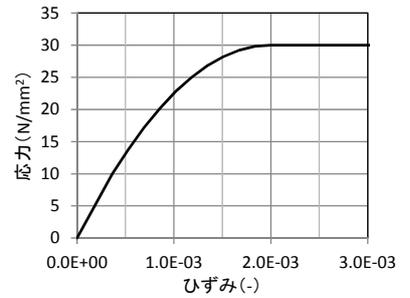
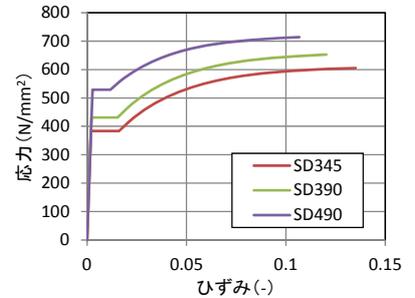


図-4 Drucker Prager 降伏曲面

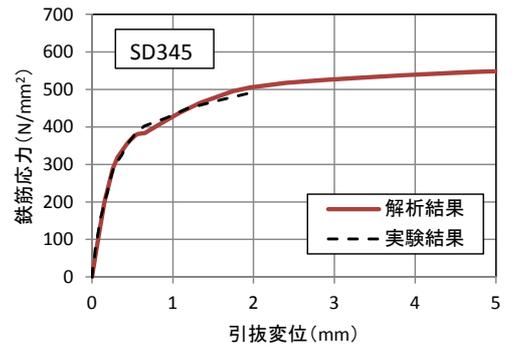


(a) コンクリート

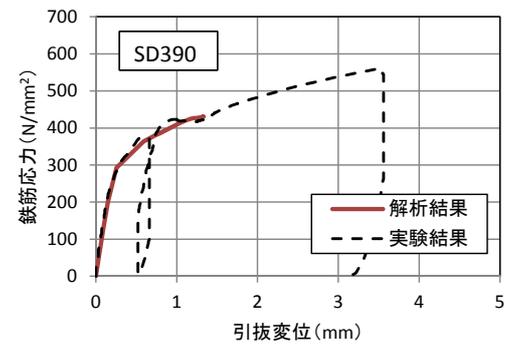


(b) 鉄筋

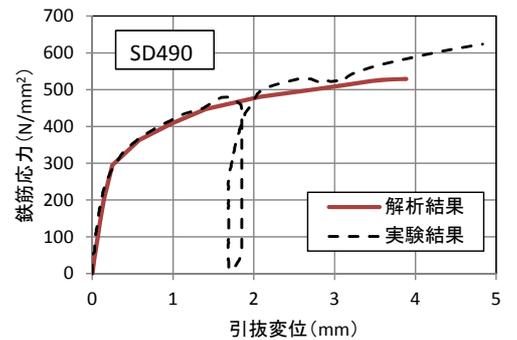
図-5 応力-ひずみ関係



(a) SD345



(b) SD390



(c) SD490

図-6 実験と解析の比較