

先端に支圧板を有する突起付き平鋼の付着・定着に関する解析的検討

鹿島建設(株) 正会員 ○森田大介 大家 史 平 陽兵 玉野慶吾

1. はじめに

主鋼材に平鋼を用いた SC 構造に対し、接合作業を省力化できる継手を検討している¹⁾。同継手は鉄筋の重ね継手と同様に、コンクリートを介して応力伝達を行うものであり、接続する主鋼材間にあきを設けたあき重ね継手である。図-1 に示すように平鋼の表面に配置した突起による付着力に加え、先端に支圧板を設けて定着力を高めることで、限られた継手区間で主鋼材の応力を伝達する。本継手構造を用いた部材の構造特性を FEM 解析で評価するためには、支圧板を有する突起付き平鋼の付着・定着特性を適切にモデル化することが重要となる。そこで、同平鋼に対する引抜き実験の再現解析を行い、付着・定着特性のモデル化について検討した。

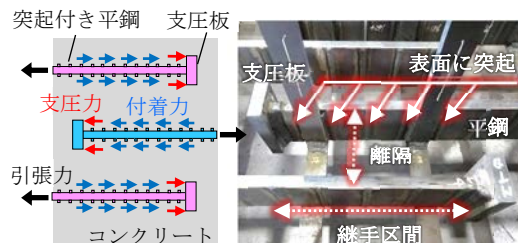


図-1 SC 構造のあき重ね継手の概念図

2. 支圧板を有する突起付き平鋼の形状

図-2 に、突起付き平鋼の形状を示す。突起付き平鋼は、全幅に突起を配置した面（平鋼面）と、溝を加工しその範囲に突起を配置した面（溝加工面）とがある。平鋼面では高さ 3mm の突起を 100mm 間隔で配置し、溝加工面では突起長さが平鋼面に配置した突起の約半分となるため、配置間隔を 50mm とすることで、両面の突起の全長が概ね同じになるようにした。

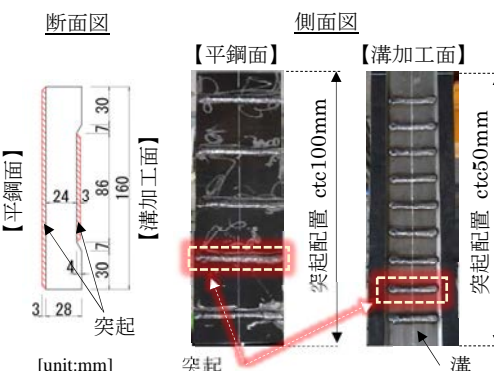


図-2 突起付き平鋼の形状

3. 解析概要

解析は、既往の引抜き実験¹⁾のうち、表-1 に示す 2 ケースを対象とした。No.1 は突起付き平鋼の付着特性を、No.2 は先端に支圧板を有する場合の定着特性を検証したものである。解析には汎用非線形有限要素解析ソフト DIANA(ver.10.5)を用いた。図-3 に解析モデルを示す。コンクリート、平鋼、および支圧板はソリッド要素、平鋼の周囲に配置した補強筋は埋込み鉄筋要素、隣接する平鋼の影響を再現するために配置した縁切り鋼板はシェル要素でそれぞれモデル化した。コンクリートの材料特性は、圧縮側および引張側ともに軟化挙動を表現できるモデル²⁾とした。鋼材にはソリッド要素、埋込み鉄筋要素ともに弾塑性モデルを設定し、降伏条件を Von-Mises、ひずみ硬化係数を 1/100 とした。平鋼、支圧板とコンクリートの境界面には、付着特性をモデル化するための界面要素を

表-1 解析ケース

試験体名称	構造		付着長 (mm)	コンクリート圧縮強度 (N/mm ²)
	突起	支圧板		
No.1	有り	無し	500	57.2
No.2	有り	有り	300	58.7

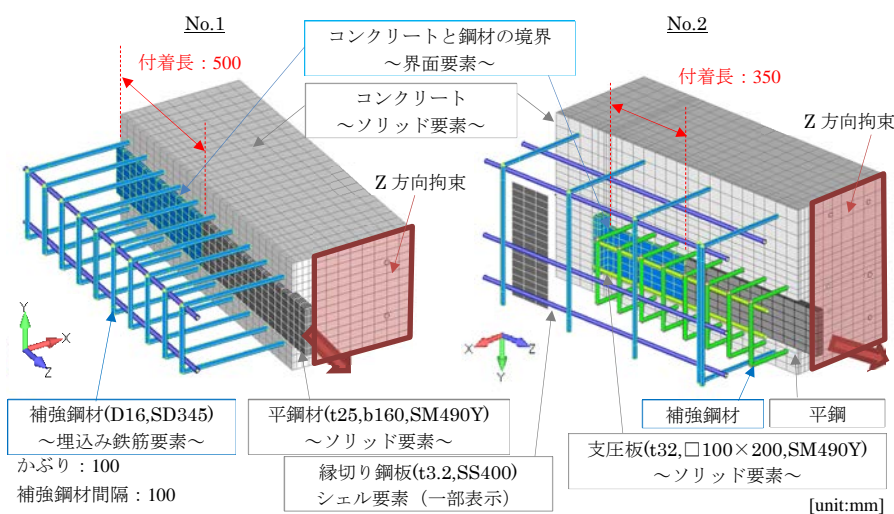


図-3 解析モデル

キーワード 突起付き平鋼, 付着特性, FEM 解析, あき重ね継手

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株)東京土木支店 TEL 03-3404-5511

適用した。突起を設けた面とコンクリート間の界面要素には、後述するせん断特性を適用した。また、支圧板とコンクリート間の界面要素には、圧縮のみを伝達し、引張とせん断には抵抗しないようにした。

4. 突起付き平鋼の付着・定着特性のモデル化と検証

平鋼とコンクリート間における界面要素のせん断特性には、平鋼のずれに対する抵抗が、すべりが微小な範囲と、突起近傍のコンクリートが支圧破壊、もしくはせん断破壊するようなすべりが大きな領域で異なることを考慮して、バイリニアモデルでモデル化した付着応力-ずれ関係を適用した。No.1を対象とした解析では、ずれ変位が0.12mm、付着応力が6.0N/mm²を折れ点とし、その後の勾配は初期勾配の1/20としたバイリニアモデルを用いることで、図-4に示す平鋼のひずみ分布、および図-5に示す荷重-拔出し変位関係において、解析結果が実験結果と概ね一致した。この付着特性を用いてNo.2を解析したところ、No.1と同様に実験結果を精度よく再現できたことから、先端に支圧板を有する突起付き平鋼の付着・定着特性についても同じモデルで評価できると判断した。

平鋼の支圧板付近の定着メカニズムを詳細に検討するため、図-6にNo.2を対象とした最小主応力分布の解析結果を示す。側面図から、平鋼に作用する引張力の増加に伴って、加力側から付着を介してコンクリートの最小主応力が増加する領域が拡大する傾向が確認できる。また、許容応力度相当以上の引張力に対して、支圧板付近のコンクリートに局所的な圧縮応力が生じていることから、同荷重レベル以降では、付着力と支圧力が協働し、定着力が確保されていることが分かる。さらに、図-6の平面図では、引張力の増加に伴い、あき重ね継手と対となる主鋼材に相当する縁切り鋼板の位置まで、付着と定着による影響範囲が広がっていることが確認できた。以上より、設定した解析モデルを用いることで、継手における相対する主鋼材間の応力の伝達を再現でき、そのメカニズムを検証できると考えられる。

5. おわりに

突起付き平鋼に対する引抜き実験に基づき、同平鋼とコンクリートとの付着・定着特性をモデル化した。その結果、設定した解析モデルによって、突起付き平鋼の引抜き実験結果を良好に再現できるとともに、付着を介した応力の伝達過程や範囲を評価できることを確認した。

参考文献

- 1) 玉野慶吾ほか:突起付き平鋼を用いたあき重ね継手に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.43, No.2, 2021.
- 2) 土木学会:コンクリート標準示方書[設計編], 2017.

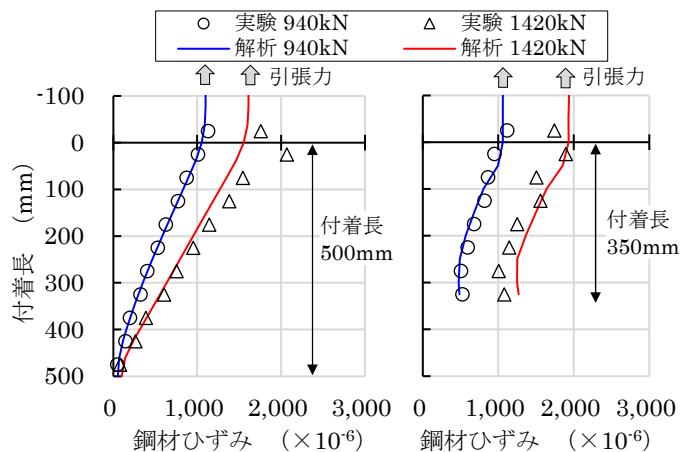


図-4 ひずみ分布 (左: No.1, 右: No.2)

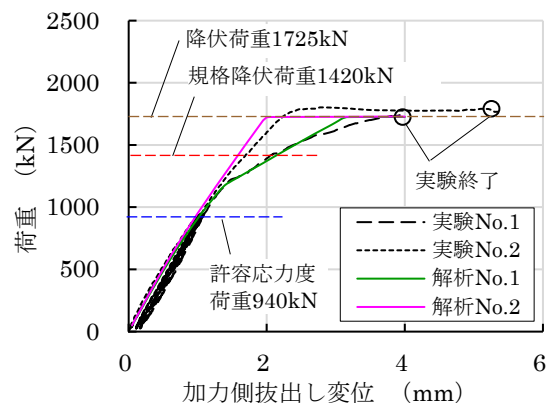


図-5 荷重-拔出し変位関係

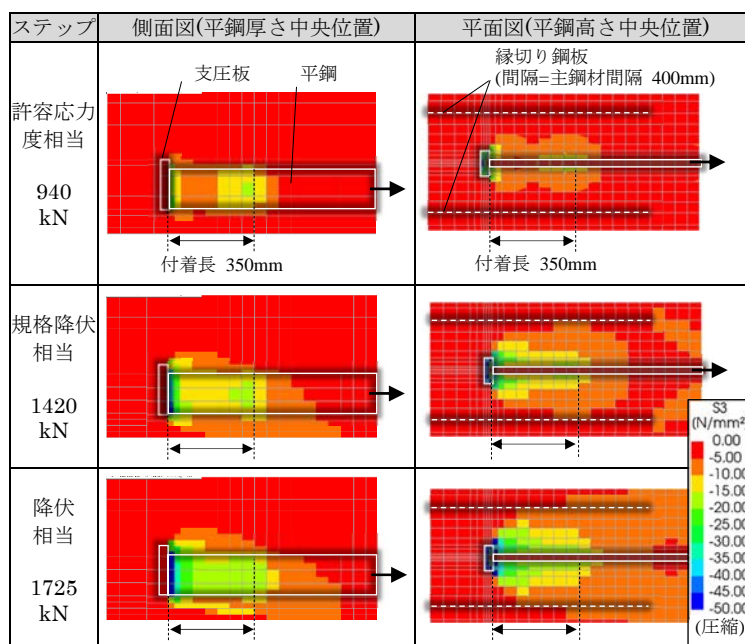


図-6 コンクリートの最小主応力分布 (No.2)