

# 小口径アンカーと柱体に支持された補強梁のせん断耐力に関する解析的検討

東電設計 正会員 ○金子 想, 玉置 久也, 高橋 秀明  
 東京電力ホールディングス 非会員 馬場 悠介, 和田 収司, 松尾 敏

## 1. はじめに

既設の逆 T 字型基礎の引揚支持力の簡易な補強方法として、図 1 に示す小口径アンカーを用いた補強方法を開発した<sup>1)</sup>。本工法は、不足する引揚支持力を補強梁に連結した 2 本の小口径アンカーに分担させる構造である。地盤の大規模な掘削が不要なため、重機や資材の運搬コストが高い現場に有効活用できる。

補強梁は逆 T 字型基礎に対し 45° 傾け、載荷面となる既設柱体上面の対角軸と補強梁の長軸が一致するように配置する。そのため、図 2 に示すように、本補強梁と既往のディープビームのせん断耐力式<sup>2)</sup>とで載荷面の条件が異なる。既往の式では支点と載荷面を結ぶせん断スパン長  $a$  は一定であるのに対し、本補強梁の場合梁の中央から外側になるにつれてせん断スパン長  $a$  が大きくなり、2つのモデルで定義されるせん断スパン長  $a$  が異なる。そのため、せん断耐力式の適用性を明らかにすることを目的として、表 1 に示すような 2 ケースの試験体で 1/1 スケールの実験を実施した。その結果、写真 1 に示すように表面と梁中央の切断面でせん断ひび割れの発生位置や角度が異なることを確認した。

本検討では、小口径アンカー補強実験のシミュレーション解析を行い、補強梁断面内のせん断破壊メカニズムの変化について詳細に調べた。

## 2. 解析の概要

SA-1 の 3 次元有限要素モデルを図 3 に示す。アンカー鉄筋および T ヘッド部分の断面は等価面積の正方形のソリッド要素でモデル化し、それ以外の鉄筋は RC 要素を用いてモデル化した。既設柱体載荷部は梁部材に埋め込んでいる部分のみとした。また、既設柱体の側面は圧縮時のみせん断剛性を高く、引張時は剛性を低く設定した。鉄塔脚材の側面、アンカー鉄筋の T ヘッド部分および床板底面から 100mm までの部分は付着

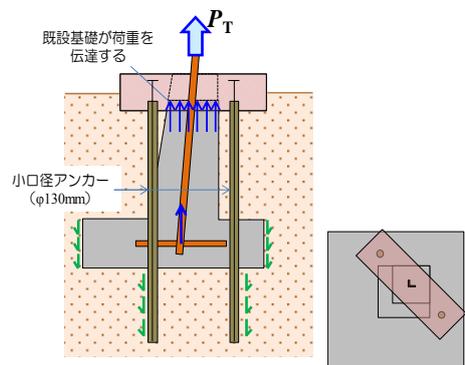


図 1 小口径アンカー補強工法の概要

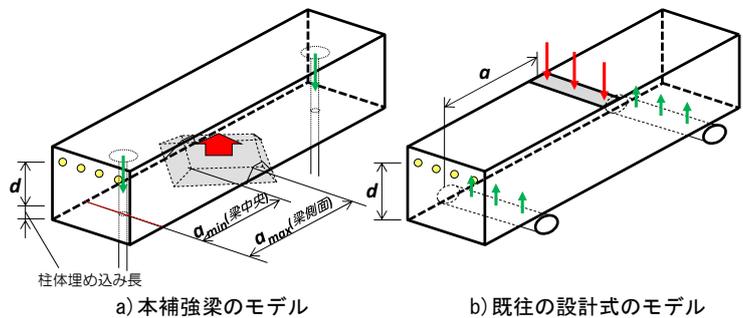


図 2 既往の設計モデルとの比較

表 1 実験ケースと試験体寸法

項目	単位	試験体			
		SA-1		SA-2	
既設基礎の荷重規模	(kN)	300		800	
補強梁	長さ	(mm) 1500		(mm) 2500	
	幅	(mm) 500		(mm) 800	
	厚さ	(mm) 400		(mm) 600	
	せん断スパン長	(mm)	最小	最大	最小
		183	500	563	1000
既設柱体	上面幅	(mm) 448		(mm) 621	
	埋め込み長	(mm) 100		(mm) 100	

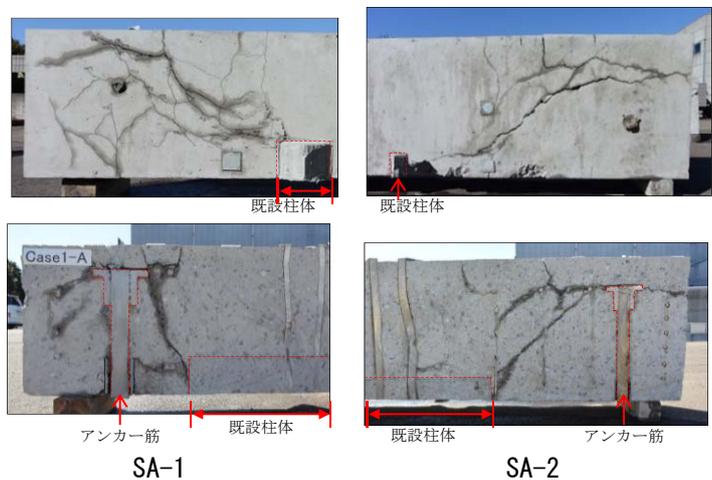


写真 1 試験体ひび割れ(上: 表面 下: 中央切断面)

キーワード 小口径アンカー, 補強, 構造耐力, せん断耐力, 3 次元解析  
 連絡先 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-7-12KDX 豊洲グランスクエア 9F 東電設計株式会社 PS エンジニアリング第 1 部 TEL 03-6372-5469

がないものとした。拘束条件はアンカー鉄筋の下部先端の1点ずつを全拘束とし、荷重方法は鉄塔脚材上部の節点を鉛直方向に変位制御で引き揚げた。解析は3次元有限要素解析ソフトウェアのCOM3Dを使用した。

### 3. 解析の結果と評価

荷重位置の荷重変位関係を実験と解析で比較して図4に示す。最大荷重は解析と実験でほぼ一致した。変位が解析と実験で一致していないが、これは、実験では2本の鉄筋をカプラーにより接合したものを1本のアンカー筋として用いていたため、カプラーからの抜き出し分だけアンカー筋が変位しやすかったためと考えられる。

荷重ピーク時における梁部材全体の変形図と最大主ひずみコンターを図5に示す。既設柱体が梁部材を圧縮することによる曲げ変形が発生している。また、最大主ひずみは曲げ引張が卓越する補強梁上面(図中A)とせん断破壊が発生する補強梁側面(図中B)で生じていた。これらのひずみは、コンター図下の写真に示すように実験のひび割れと対応している。

試験体中央および外側の長軸断面の最大主ひずみコンターを図6に示す。試験体中央断面では下部に柱体側面から長軸方向に割裂によるひずみが生じていた。また、両試験体で柱体端部からTヘッドに向かって実験のひび割れと同様の位置にせん断ひずみが生じていた。一方、外側断面は内側に比べ最大主ひずみの発生位置が内側で、角度が緩やかである。外側断面のコンターは表面に近い性状となっており、断面ごとにひずみの形状が異なることを示している。コンター図から、せん断スパン長 $a$ はそれぞれ柱体端部からアンカーまでの距離と考えられる。

### 4. おわりに

小口径アンカー補強工法の模型実験についてシミュレーション解析を行った結果、以下の知見が得られた。

- ①実験の最大荷重および破壊モード、ひび割れ発生位置が再現できた。
- ②荷重面の形状が変わることにより、補強梁の中央から外側の断面になるにつれて、せん断スパン長が大きくなり、ひび割れの角度が緩やかになるのを確認した。

上記の傾向を基に、せん断耐力の算定に用いるせん断スパン長 $a$ を設定し、耐力式の検討を行う予定である。また、この解析モデルを基に、水平荷重を考慮した際の影響などのパラメータ解析を実施する。

### 参考文献

- 1) 玉置久也, 金子想, 高橋秀明, 馬場悠介, 和田収司, 松尾敏: 小口径アンカーと柱体に支持された補強梁のせん断耐力に関する模型実験, 土木学会第73回年次学術講演会, 2018.9
- 2) 土木学会: コンクリート標準示方書 設計編, p181, 2012

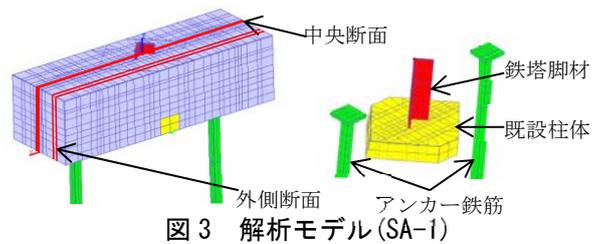


図3 解析モデル(SA-1)

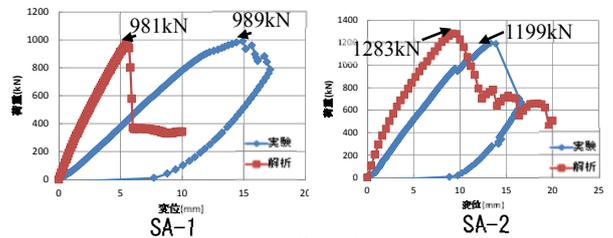
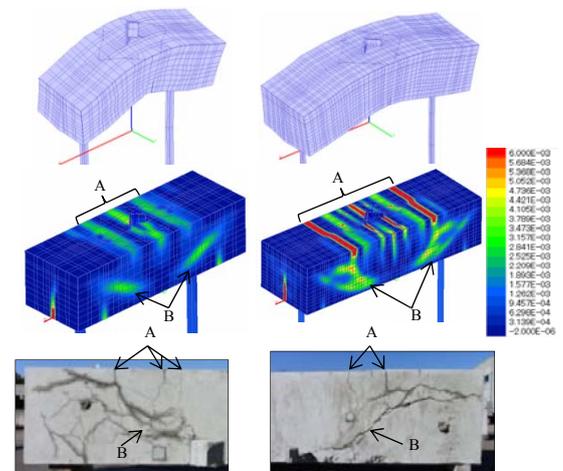


図4 荷重変位関係



SA-1 (変形倍率 100 倍) SA-2 (変形倍率 50 倍)

図5 全体の変形図、最大主ひずみコンター

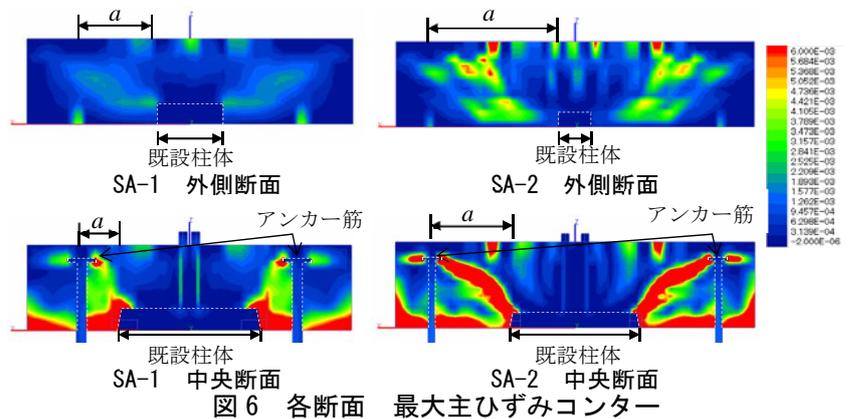


図6 各断面 最大主ひずみコンター