

## RC 構造物にひび割れ補修を施した場合の機器配管系基部アンカーの定着性能に関する一検討

電力中央研究所 正会員 ○永田 聖二  
 電力中央研究所 正会員 松尾 豊史  
 関西電力 正会員 両角 浩典  
 セレス 正会員 田代 勝浩

## 1. はじめに

火力・原子力発電所の取放水施設等のように、鉄筋コンクリート（以下、RC）構造物が機器配管系を支持する場合、基部の定着には頭付きアンカーボルト等（以下、アンカー）がよく用いられる<sup>1)</sup>。これらの設計では、一般に地震時にアンカー定着部で破壊が生じないように配慮されているが、筆者らは、最近の耐震性能評価技術の高度化を踏まえて、地震によるRC構造物のひび割れがアンカー周辺に及んだ場合を想定した定着性能の検討を行っている<sup>2)</sup>。本稿では、RC構造物にひび割れ補修を施した場合のアンカーの定着性能を把握するために行った実験的検討結果について報告する。

## 2. 実験条件

試験体は、図-1に示すように、4本の頭付きアンカーボルト JIS B 1198（ボルト長：100mm，ボルト径：22mm，ヘッド径：35mm）を定着させたRC部材である。ここで、アンカーが重要機器類を支持する場合には、脆性的な破壊を避けるために十分なボルト長を確保するのが一般的であるが、本研究の目的はひび割れ補修の影響把握であることから、あえてボルト長を100mmと短く設定することで、コンクリートの破壊が卓越するような実験条件とした。アンカーの降伏強度は330.2MPa，コンクリートの圧縮強度と引張強度は40.9MPaと3.2MPaである。アンカー系の設計指針<sup>3)</sup>に基づく耐力計算によると、許容耐力はコンクリートのコーン状破壊で決まり、値としては16.4kNである。

実験ケースは表-1に示す通りである。同一仕様の試験体3体に対して、ひび割れ無し、有りの実験（ケースC0，C1）。ひび割れ補修有りの実験（ケースC1-R）を実施した。図-2は、ケースC1とC1-Rにおけるひび割れ導入時の荷重状況である。スパン延長治具を介した4点曲げ荷重によってRC部材を曲げ降伏させ、最大残留ひび割れ幅が概ね2mm程度の損傷をアンカー周辺に与えた。ひび割れ補修状況を図-3に示す。補修材はショーボンド社のエポキシ樹脂であり、工法としてはゴムチューブ付きインジェクタを用いた同社のDDピックス工法を適用した。ここで、実際の現場で露出する箇所は本試験体でいうと上面に相当するため、試験体の側面をシール材で塞いだ状態で上面から補修材を注入した。補修材の圧縮強度と引張強度は74.3MPaと39.1MPaである。

キーワード RC構造物，ひび割れ補修，エポキシ樹脂，機器配管系，アンカー，定着性能

連絡先 〒270-0021 千葉県我孫子市我孫子1646 (一財)電力中央研究所 地球工学研究所 TEL04-7182-1181

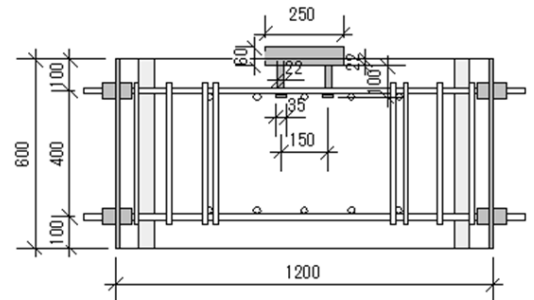


図-1 試験体

表-1 実験ケース

実験ケース	曲げひび割れ	ひび割れ補修
C0	無	無
C1	有	無
C1-R	有	有

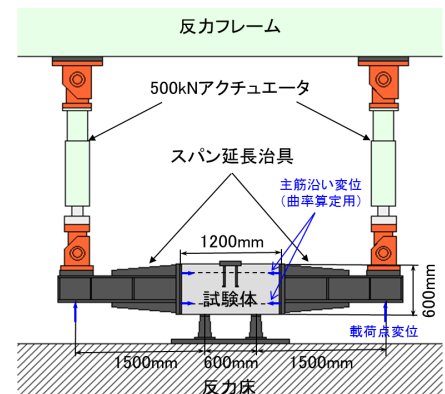


図-2 ひび割れ導入時の荷重状況

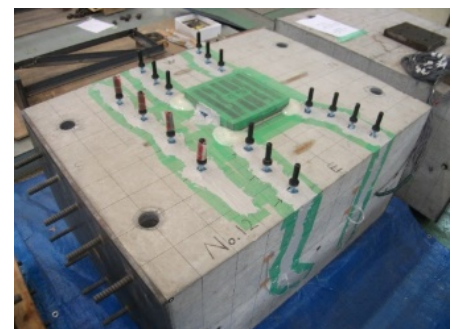


図-3 ひび割れ補修時の状況

図-4 は、アンカーの実験時の荷重状況である。試験体上に鋼製サポートと錘（質量 20kN）を設置し、錘重心位置に繰返し水平変位を静的に与えた。荷重に際しては、荷重変位をサポート基部からの高さで除した値を変形角と定義し、アンカー定着部が破壊に至るまで変形角を徐々に漸増させた。

### 3. 実験結果

図-5 は、各実験の水平荷重－水平変位の関係である。まず、ひび割れ無しのケース C0 では、著しい耐力低下を伴う履歴特性となったものの、アンカーの耐力は許容値の約 3 倍と高くなった。次に、ひび割れ有りのケース C1 では、アンカーの耐力は許容耐力と同等の値を保持したが、ひび割れ無しのケース C0 と比較すると著しく耐力が低減する結果となった。これに対して、ひび割れをエポキシ樹脂で補修したケース C0 では、ひび割れ無しのケース C0 と同等の耐力を発揮した。

ケース C0 と C1-R では、図-6 に示すように、実験終了後に試験体上面から赤いインクを流した上で内部観察のために試験体を切断した。ケース C1-R の場合には、補修後の実験によるひび割れと区別できるように、補修材充填箇所を青いマジックでなぞった。これらを観察した結果、補修材充填箇所が再剥離する場合もあるものの、主要なひび割れは、基本的に補修材充填箇所以外から発生したと推察された。

以上から、本実験のようにアンカーのボルト長が短く、コンクリートの破壊が卓越するような条件下では、ひび割れによってアンカーからの荷重が伝達されるコンクリート部分に不連続面が生じることで、アンカーの耐力が低減する可能性があるが、ひび割れにエポキシ樹脂等の補修材を充填することで耐力の回復が見込めると考えられる。

### 4. まとめ

RC 部材のひび割れを補修した場合のアンカーの定着性能に関する実験的検討を行った結果、今回のようにコンクリートの破壊が卓越する条件下では、ひび割れによってアンカーの耐力が低下しうるのに対して、エポキシ樹脂によってひび割れを補修することで耐力の回復が見込めることを確認した。今後は、ひび割れに伴う耐力低下や補修による耐力回復のメカニズムに関する解析的検討を行う予定である。

**謝辞：**本研究は、電力 9 社、日本原子力発電（株）、電源開発

（株）、日本原燃（株）による原子力リスク研究センター共通研究として実施した。関係各位に謝意を表す。

### 参考文献

- 1) 土木学会原子力土木委員会：原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル，2005
- 2) 永田聖二，松尾豊史，両角浩典，森敦史：RC 構造物の地震時損傷を考慮した機器配管系基部アンカーの定着性能に関する一検討，土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要集，pp. 141-142，2018
- 3) 日本建築学会：各種合成構造設計指針・同解説，第 4 編 各種アンカーボルト設計指針・同解説，2010

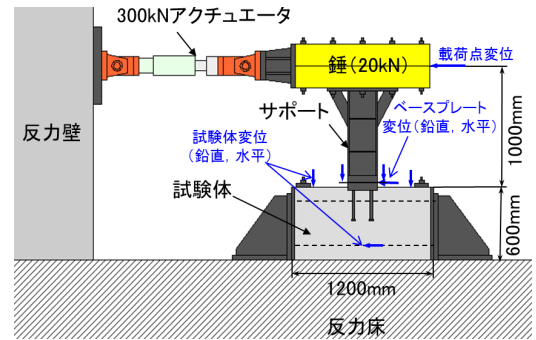


図-4 アンカーの実験における荷重状況

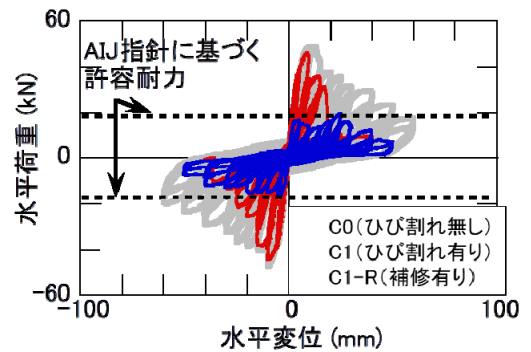


図-5 水平荷重－水平変位の関係



(a) 試験体 C0 (ひび割れ無し)



(b) 試験体 C1-R (補修有り)

図-6 実験後の試験体切断面の状況