

橋梁上に設置した柱状付属構造物（テレビ支柱）の補強構造に関する実験的検討

阪神高速道路(株) 正会員 谷口 祥基, 正会員 西村 美紀
(一財) 阪神高速先進技術研究所 正会員 山本 修嗣 , 正会員 ○ 谷口 惺

1. はじめに

1995 年に発生した兵庫県南部地震では、多くの柱状付属構造物に転倒等の被害が発生した．交通流監視カメラを設置するテレビ支柱についても、図 1 の通り基部アンカーボルトの破断により、転倒等の被害が発生した¹⁾．このような被害によって阪神高速道路の交通機能が阻害されないよう、必要な対策を講じることが望まれている．しかしながら、テレビ支柱は死荷重、活荷重および風荷重に対して弾性設計を行っており、地震荷重を考慮していないのが実情である²⁾．高さ 12m の標準仕様のテレビ支柱³⁾ の場合、支柱部に作用する風荷重は約 10kN（設計風速：55m/s）である．一方、レベル 2 地震動を想定し、水平震度 $k_{hy}=1.30$ を支柱部に作用させるとき、地震荷重は約 30kN となる．レベル 2 地震動により設計を上回る荷重が作用するため、標準仕様のテレビ支柱はレベル 2 地震動に対して部材が塑性化する可能性がある．したがって、部材の塑性化を考慮した補強を行うことで、構造を合理化できる可能性がある．そこで、本検討では、これらの検討の基礎資料として、標準的なテレビ支柱と仮想的な補強構造を対象に、載荷実験に基づき耐荷性能と損傷順序を評価した．

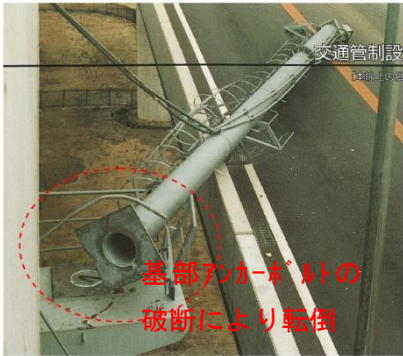


図 1 テレビ支柱の被災例

2. 実験供試体

実験供試体の概要を表 1 及び図 2 に示す．Case1 は標準的なテレビ支柱であり、直径 $\phi 406.4\text{mm}$ 、板厚 19.0mm の支柱を D25 のアンカーボルトで橋脚天端を模擬したコンクリートブロックに設置する構造である．Case2（補強構造①）は、アンカーボルトが破断した被災事例を踏まえ、Case1 のアンカーボルトを D29 に変更した構造である．Case3（補強構造②）は、アンカーボルトが破断しないよう、ベースプレートを拡幅するとともに、D38 のアンカーボルト及びリブプレートを増設した構造である．標準的なテレビ支柱は支柱高さが 12m であるが、実験設備の能力を踏まえ、実験供試体の支柱高さは 2.3m としている．

3. 載荷実験方法

基部から 2.3m より上側の自重を常時載荷した状態で、テレビ支柱の基部から 2.0m位置に水平荷重を載荷した．載荷方法は正負交番載荷とした．アンカーボルトの降伏等を参考に基準変位 δ_y （載荷位置の水平変位）

表 1 実験供試体の概要

	Case1 標準仕様	Case2 補強構造①	Case3 補強構造②
基部断面図			
支柱	$\Phi 406.4 \times 19\text{mm}$ STK400 支柱高さ $h=2.3\text{m}$	$\Phi 406.4 \times 19\text{mm}$ STK400 支柱高さ $h=2.3\text{m}$	$\Phi 406.4 \times 19\text{mm}$ STK400 支柱高さ $h=2.3\text{m}$
アンカーボルト	D25 $\times$ 8本 SD345	D29 $\times$ 8本 SD345 (変更)	D25 $\times$ 8本 SD345 D38 $\times$ 8本 SD345 (追加)
リブプレート	200 $\times$ 16 $\times$ 300mm $\times$ 8枚 SM400A	200 $\times$ 16 $\times$ 300mm $\times$ 8枚 SM400A	200 $\times$ 16 $\times$ 300mm $\times$ 8枚 SM400A 260 $\times$ 22 $\times$ 300mm $\times$ 4枚 SM400A (追加) 1130 $\times$ 25 $\times$ 1130mm SM400A (拡幅)
ベースプレート	800 $\times$ 25 $\times$ 800mm SM400A	800 $\times$ 25 $\times$ 800mm SM400A	

注) 赤色：標準仕様 (Case1) との相違点



図 2 実験供試体の一例 (Case1)

キーワード 柱状付属構造物，テレビ支柱，載荷実験，補強構造

連絡先 〒541-0054 大阪市中央区南本町 4-5-7 (一財) 阪神高速先進技術研究所 TEL 06-6244-6047

を設定し、変位制御で δy を整数倍する漸増載荷を行った。各部材の損傷順序を評価できるよう、支柱、アンカーボルト、ベースプレート、リブプレートの部材軸方向のひずみを計測した。

4. 載荷実験結果

載荷実験から得られた荷重変位関係を図3に示す。Case1は、変位が8mmに到達するまでにアンカーボルト①②③が降伏し、水平変位35mm時点に到達した時点で、アンカーボルト②が破断した。最大荷重は191kNであった。アンカーボルト②破断後も、残りのアンカーボルトが荷重を分担し、水平変位が99mmに到達した時点でアンカーボルト③⑧が破断し、荷重が急激に低下した。なお、FE解析により実施した再現解析においても、アンカーボルトの損傷が先行する破壊順序を確認している⁴⁾。Case2は、水平変位が28mmに到達するまでにアンカーボルト①②③が降伏し、水平変位が68mmに到達した時点でアンカーボルト②が破断した。最大荷重は290kNであった。アンカーボルト②破断後も、残りの部材が荷重を分担できたので、水平荷重がストローク限界の約150mmに到達するまで急激な荷重低下が生じなかった。Case3は、水平変位が5mmに到達した時点で既設リブプレートが降伏した。水平変位が15mmに到達した時点で既設アンカーボルト①②③が降伏し、25mmに到達した時点で新設アンカーボルト②が降伏した。そして、水平変位が65mmに到達した時点でリブプレートのベースプレート側溶接部が破断した。最大荷重は591kNであった。リブプレート溶接部破断後も、残りの部材が荷重を分担できたので、水平荷重がストローク限界の約150mmに到達するまで急激な荷重低下が生じなかった。

以上の実験結果から、Case1及びCase2はアンカーボルトの損傷が先行する損傷順序となる一方で、アンカーボルトを増設したCase3はリブプレートの損傷が先行する損傷順序となることを確認した。また、最大耐力は、アンカーボルトをD25からD29に補強(Case1→Case2)することで約1.5倍に、ベースプレート拡幅とアンカーボルト・リブプレートの増設(Case1→Case3)を行うことで約3.0倍に増加することを確認した。なお、いずれのケースも、アンカーボルトの破断やリブプレート溶接部の破断といった損傷が発生した時点から、水平変位が2倍以上に増加するまで荷重を支持できたことから、粘り強い構造であると考えられる。

5. まとめ

載荷実験結果より、標準仕様のテレビ支柱はアンカーボルトが弱点となること、アンカーボルトやベースプレートの補強により耐力力の向上が期待できること、載荷実験を実施したいずれのケースも粘り強い構造であることを確認した。今後は、支柱径等が異なる様々なタイプのテレビ支柱が存在することから、解析的な手法でテレビ支柱の形状の違いが耐荷性能や損傷順序に与える影響の分析を行うとともに、実験結果からテレビ支柱の履歴特性を設定し、動的解析に基づき耐震性能評価と対策検討を行う所存である。

参考文献

- 1) 阪神高速道路公団：大震災を乗り越えて 震災復旧工事誌，平成9年9月。
- 2) 阪神高速道路株式会社：設計基準第4部構造物設計基準（付属構造編），平成23年11月。
- 3) 阪神高速道路公団：付属構造物標準図集，平成15年10月。
- 4) 宇野津ら：橋梁上に設置したTV支柱の耐力力評価に関する実験的検討，令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会，令和2年9月。

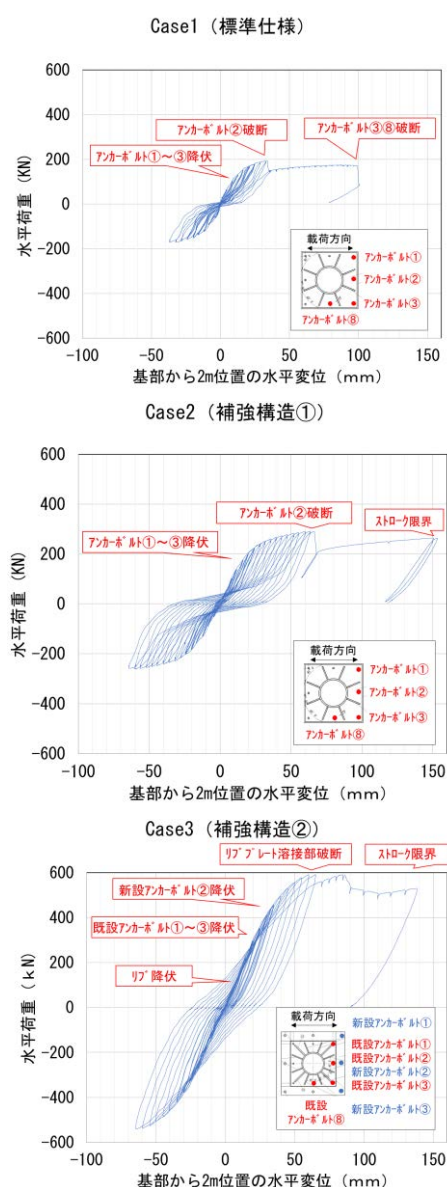


図3 載荷実験結果