

V-403

PC 電化柱の振動特性に関する実験的研究

東日本旅客鉄道株式会社 建設工事事部 正会員 海原 卓也
 東日本旅客鉄道株式会社 建設工事事部 正会員 小林 薫
 東日本旅客鉄道株式会社 設備部 葉山 佳秀

1. はじめに

過去に繰り返された大地震で、鉄道高架橋や橋脚上に設置されている PC 電化柱が損傷した例について幾つか報告されている¹⁾。大地震時における PC 電化柱の応答を正しく評価するためには、ひび割れの発生や PC 鋼材の降伏などの影響を、その振動特性として評価する必要がある。

今回、破壊荷重の 70% 程度まで静的な正負交番載荷試験を行い、ひび割れ等の損傷を誘発した実物の PC 電化柱を用いて自由振動試験を行なった。そこで本文では振動試験結果および、解析的なアプローチを試みたので、これについて報告する。

表-1 試験体諸元

2. 振動試験

2. 1 試験体および試験方法

試験体の諸元を表-1 に示す。まず試験体は、長さ 12.0m の中空円形断面の PC 電化柱とし、製作方法は JISA5309²⁾ に

スパン L (mm)	径 D (mm)	肉厚 t (mm)	断面2次モーメント I (cm ⁴)	弾性係数 E (kgf/cm ²)	圧縮応力度 σ_{ce} (kgf/cm ²)	せん断スパン la (mm)
10000	400	80	109378	408000	109.769	4900

規定される遠心力締固め方法として製作した。試験体は試験装置に固定するため、別に製作したフックに柱の基部を 2.0m 程度埋込み、スパンを 10.0m として交番載荷試験および自由振動試験を行った。

試験方法は、まず交番載荷試験を行う前の全断面有効時において、柱頂部に任意の荷重を与えて試験体を自由振動させ、柱頂部に設置した可視光レザ-式変位計にて試験体の振動波形を測定した。その後、試験体に静的な正負交番載荷試験を実施し、載荷荷重が破壊荷重の 70% 程度に達した時点で、再び自由振動試験を行い試験体の振動波形を測定した。

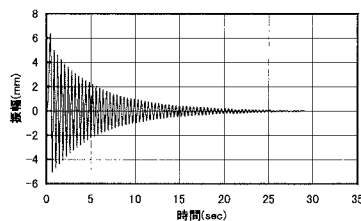


図-1 自由振動波形（全断面有効）

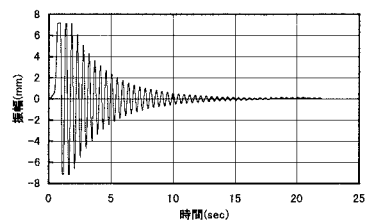


図-2 自由振動波形（損傷時）

2. 2 試験結果

試験結果として自由振動波形を図-1、2に示す。まず図-1に示す全断面有効時では、振動開始より測定時間内では(30 秒)、まだ振動が継続しているのに対し、図-2に示す破壊荷重の 70% の時点では、振動開始より約 20 秒後に振動が終了していることが分かる。次にそれぞれの自由振動データを高速フーリエ変換したフーリエスペクトルについて図-3に示す。これより、全断面有効時における卓越振動数(2.54Hz)に対して、破壊荷重の 70% まで損傷を誘発した後

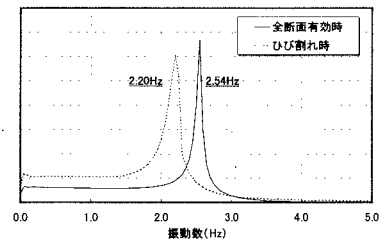


図-3 フーリエスペクトル（振動試験）

キーワード：PC 電化柱、振動、減衰定数

連絡先：〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 Tel(03)5334-1288 Fax(03)5334-1289

に測定した卓越振動数(2.20Hz)は15%程度低下している。

ここで試験体の各振動波形測定時における減衰定数について表-2に示す。表中のh1は図-1, 2の振動波形から求めた減衰定数を示しており、h2は図-3から、ハフワ-法³⁾を用いて算出した減衰定数を示している。これより、全断面有効時の減衰定数は約1.3%となるのに対して、破壊荷重の70%程度まで損傷させた場合の減衰定数は約2.5%となり、およそ2.0倍となることが分かった。

3. 固有値解析

3. 1解析モデル

解析モデルは図-4に示す通り、多質点系の曲げ振動型のモデルとし、質点間はビームで結合した。ビーム要素は、全断面有効時に対してひび割れ発生時に曲げ剛性を低減しており、このときの曲げ剛性の評価は、交番載荷試験時のひび割れ発生状態から、部材にひび割れが発生している範囲で剛性低減率を一定とした。

3. 2解析結果

図-5, 6に解析結果として、自由振動波形を示す。図-5に示す通り、全断面有効時には振動開始から測定時間内では(30秒)、まだ振動が継続してい

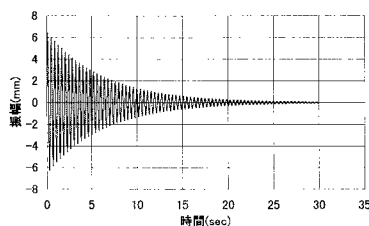


図-5 自由振動波形（全断面有効）

る。また、図-6のひび割れ発生時には、曲げ剛性を全断面有効時の80%、減衰定数を2%として解析した結果、振動開始から約20秒後に振動が終了した。これらの結果は、自由振動試験結果とほぼ一致している。また自由振動データを高速フーリエ変換したフーリエスペクトルは、図-7の通りであり、卓越振動数は全断面有効時および、ひび割れ発生時ともに自由振動試験結果と一致した。このことから、ひび割れ時の剛性評価は、ひび割れの発生している範囲で、剛性低減率を一定として評価することができるものと思われる。

4. まとめ

PC電化柱の振動特性についてまとめると以下の通りとなる。

- ①PC電化柱を破壊荷重の70%程度まで交番載荷を行い、損傷させた場合の固有振動数は、全断面有効時に対して約15%低下する。
- ②PC電化柱の減衰定数は、全断面有効時においておよそ1.3%、破壊荷重の70%程度まで交番載荷を行い、損傷させた場合はおよそ2.5%となる。
- ③PC電化柱のひび割れ時における固有振動数の解析では、部材の曲げ剛性が低下している範囲で、剛性低下率を一定として評価することが可能である。

【参考文献】1)阪神・淡路大震災鉄道復興記録編集委員会：よみがえる鉄路ー阪神・淡路大震災鉄道復興の記録、山海堂、1996. 3

2)日本規格協会：JISA5309 遠心カプレストコンクリートポ-ル、JISハンドブック、26 土木、1995

3)土木学会：土木技術者のための振動便覧、1985. 10

表-2 減衰定数

	h1	h2	平均
全断面有効時	0.014	0.011	0.013
ひび割れ発生時	0.029	0.021	0.025

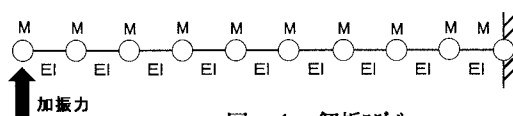


図-4 解析モデル

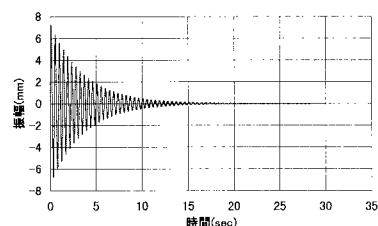


図-6 自由振動波形（損傷時）

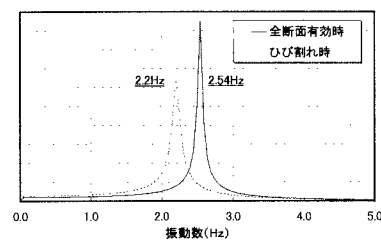


図-7 フーリエスペクトル（解析結果）