プレストレストコンクリート長尺柱の曲げ変位特性

九州電力㈱　（九州高圧コンクリート㈱より出向中）正会員　○阿部　稜
九州電力㈱　正会員　池田　博嗣
九州電力㈱　正会員　上野　貴行

1．はじめに

九州高圧コンクリート㈱は，供用前の新規製作電柱（以下新柱）の出荷の判断のため，3,000 本に 1 本の割合で，片持状態で曲げ強度試験を実施している．一方，同社は撤去した供用電柱（以下撤去柱）の処分も実施している．同時期に同形式の新柱と撤去柱各 2 本ずつが入手できたことから，経年劣化（疲労の有無）に着目した変位特性について整理したため報告する．

2．曲げ強度試験の概要

（1）プレストレストコンクリート長尺柱の仕様

当該曲げ強度試験で用いた電柱の形式は，13-19-700 であり，この電柱は，1 本に 0.4kN のプレストレスト力を作用させる緊張筋が 12 本備わっている．13 とは全長が 13m，19 とは先端の直径が 19cm，700 とは設計荷重 P が 7kN であることを意味し，表-1 にその諸元を示す．撤去柱は約 20 年間供用されたもので，撤去 1 は，全体的に軽度な表面劣化が見られ，撤去 2 は先端に向けて若干の湾曲が見られた．

（2）試験装置と試験内容

試験装置は参考文献[1]に準じ，下端より地際までの延長2.2 mを固定する片持梁で，荷重は地上高10.55m（先端より0.25m下方）の位置にワイヤーで緊張力を発生させ，その量をロードセルで管理した（**写真 - 1**）．載荷方法は，最大荷重（設計荷重Pの2倍）までを1/4Pずつ徐々に増減させる1方向の繰返し載荷で，破壊するまで継続させた．なお，初回の2pまでの処女載荷は，1/4P増加させる毎に0kNまで除荷し再度載荷させた．但し，新柱1は，100回目まで7/4P載荷を行い，その後8/4P載荷に移行した．変位計測（⊿X=自動計算）は，**図 - 1**の通り変位計1～5を設置して連続計測を行い，10サイクル毎に記録した．

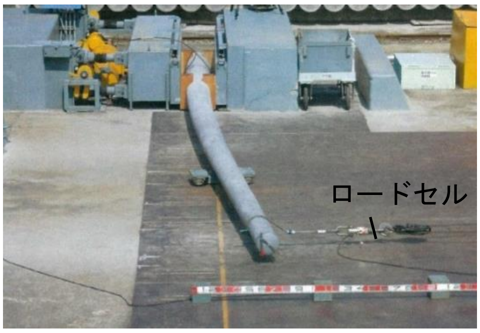

写真-1 試験装置

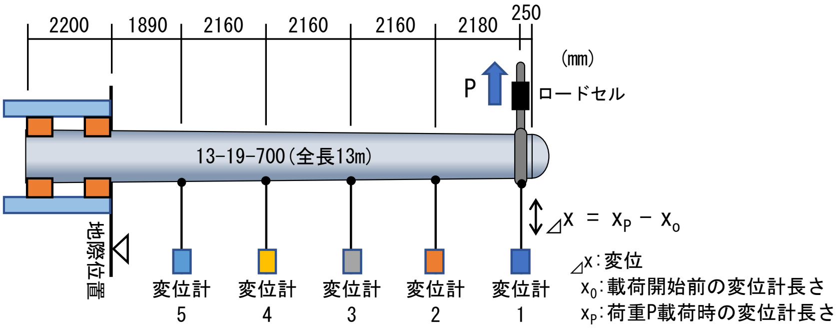

図-1　曲げ強度試験の概要

3．曲げ強度試験の結果

新柱及び撤去柱各 2 本の破壊までのサイクル数を**表 - 1** に示す．新柱 1 のサイクル数は，他の種類と比較し極端に多い【結果 1】.

表-1 破壊までのサイクル数

分類	種類	製造年月	破壊までのサイクル数
新 1	新柱	2021.12	331 回
新 2			34 回
撤去 1	撤去柱	1995.1	186 回
撤去 2		2006.5	239 回

図-2 に電柱高 vs 変位（処女載荷，破壊前載荷）を示す．処女載荷とは，2p までの 8 サイクルのピーク値を示す．この結果より，弾性曲線方程式の理論通り，全ケースにおいて変位を 3 次曲線で近似（R^2=1）できており，電柱の製造精度や試験計測の精度が良好だったことが分かる．なお，**図-2**，**図-7** で新柱 1 の変位量が少ないが，これは 7/4P 載荷までしか載荷をしていないことによる．

キーワード　プレストレストコンクリート，曲げ強度試験，弾性曲率方程式，弾性係数
連絡先　〒815-8520　福岡県福岡市南区塩原二丁目１番４７号　社会インフラＧ内　ＴＥＬ092-541-2910

© Japan Society of Civil Engineers

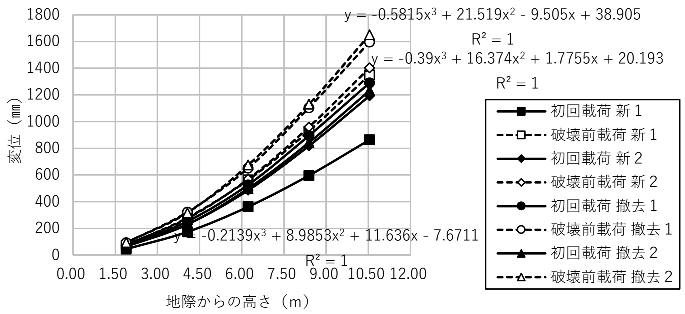

図-2 電柱高 vs 変位（全ケース）

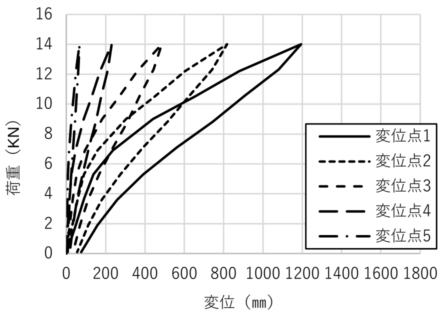

図-3 変位 vs 荷重(新 2・処女載荷)

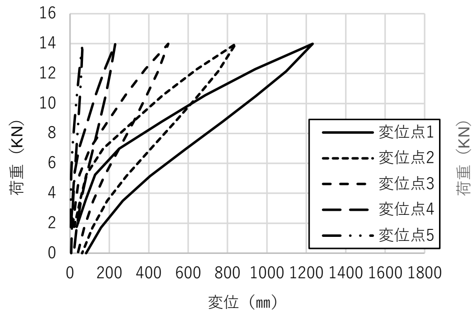

図-4 変位 vs 荷重(撤去 2・処女載荷)

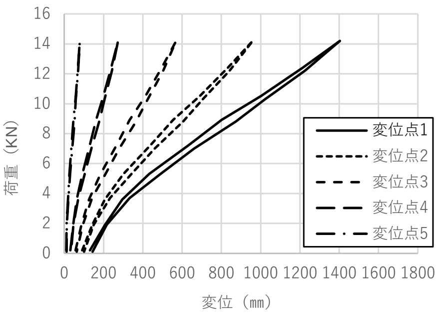

図-5 変位 vs 荷重(新 2・破壊前載荷)

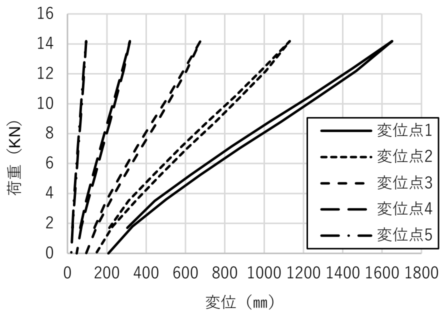

図-6 変位 vs 荷重(撤去 2・破壊前載荷)

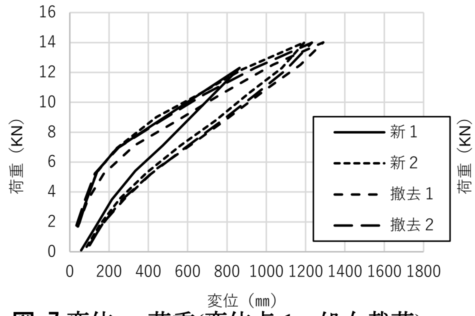

図-7 変位 vs 荷重(変位点 1・処女載荷)

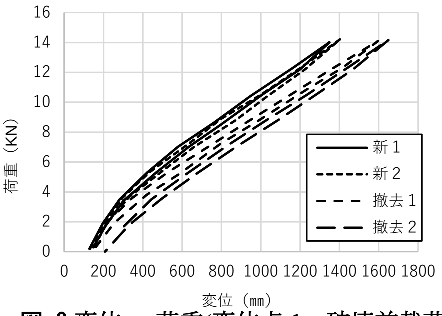

図-8 変位 vs 荷重(変位点 1・破壊前載荷)

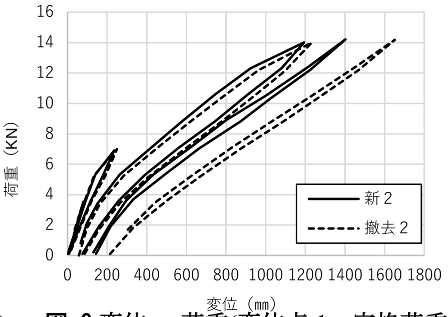

図-9 変位 vs 荷重(変位点 1・定格荷重)

図-3～6 に新柱 2 と撤去柱 2 における変位 vs 荷重（処女載荷，破壊前載荷）を示す．この結果より，処女載荷では，載荷と除荷で経路が異なるが，破壊前載荷では経路が近似している．その形状は処女載荷 8/4P の除荷時の形状と同様であり，サイクル数が増加する毎に変位が平行移動（残留変位が増加）している【結果 2】.

図-7 図-8 に全ケースにおける処女載荷と破壊前載荷をそれぞれ示す．なお，表示は最も変位が大きくなる先端側の変位点 1 のみとした．処女載荷では，全ケースにおいて載荷と除荷で同じ経路を辿っている．破壊前載荷では，全ケースにおいて概ね同様の変化傾向を示すが，撤去柱の変位が新柱に比較し大きい【結果 3】.

図-9は新柱2と撤去柱2における変位点1vs荷重のグラフで，定格荷重である弾性荷重(1/2P=3.5kN)，設計荷重(P=7kN)，破壊荷重(2P=14kN)を載荷した時点の1サイクルの値を示す．設計荷重(P)までの変位の勾配の変化は新柱と撤去柱で同じでありほぼ弾性領域と考えられる【結果4】.

４．分析評価と考察

【結果 1】は，新柱 1 は 7/4P 載荷を 100 回目まで行っており，破壊荷重以下の連続疲労を与えることで，①弾性係数 E の低下②鉄筋のクリープやプレストレスト力の低下が生じ，構造物の変形追従性が向上したものと推察する.【結果 2】処女載荷では，破壊荷重に近づくにつれ上記①②に加え，③引張側に発生するコンクリートのひび割れ幅やひび割れ本数が増加したこと④圧縮側コンクリートの圧壊　による残留変位が顕著に表れたものと推定できる．破壊前載荷では，残留変位の極端な増加は見られずサイクル数の増加に伴い①～④の要因が加算されたたと推定する.【結果 3】の理由は，ほぼ①～④が要因と考えられるが，撤去柱の方がより経年劣化の影響を受け変形追従性が高くなったものと推定する．【結果 4】の理由は，電柱を製造する際には，呼び強度を下回らないよう高めに配合強度を設定するため，弾性領域の幅が増えているものと考えられる。

参考文献 1）JIS　A　53732　016 プレキャストプレストレストコンクリート製品

© Japan Society of Civil Engineers