

鉄筋コンクリート製ボックスカルバートの動的地震応答変位加振実験

(一財)電力中央研究所	正会員	○松尾 豊史
関西電力(株)	正会員	原口 和靖
(株)セレス	正会員	田代 勝浩

1. はじめに

鉄筋コンクリート(RC)構造物の耐震性能を評価する実験方法としては、正負交番載荷実験が最も一般的である。一方で、地震時挙動をより現実的に評価するためには、載荷速度や履歴特性などを適切に考慮する必要があり、動的実験が有効であるものの、実規模構造物に関する知見は限られる。本検討では、実証的なデータを取得することを目的として、静的正負交番載荷および動的地震応答変位加振を行った。

2. 実験概要

構造実験には、実規模のRCボックスカルバート供試体を用いて、地中に埋設された条件として、上載荷重および側方荷重を考慮し、底面は完全固定条件とした上で、地震時に地盤から与えられるせん断変形を想定し、油圧アクチュエーターを用いて変位制御で載荷を行った(図1)。

実験パラメータは、①せん断補強鉄筋の有無(破壊モード)、②載荷方法(静的載荷と動的載荷)である。破壊モードは、せん断補強鉄筋がある場合は曲げ破壊モード、せん断補強鉄筋がない場合はせん断破壊モードとなるように設計した。静的載荷は、頂版の水平変位を層間変形角 1/1000 ピッチで正負漸増させ、層間変形角 2/100 または最大荷重の 8 割に達した段階で単調載荷を行う。一方、動的載荷は、地震応答解析結果¹⁾における頂版変位の時刻歴波形を供試体に作用させて加振する。加振ケースは、応答倍率 1, 4, 10, 20, 40 倍が、それぞれ最大層間変形角 0.5/1000, 2.1/1000, 5.4/1000, 10.7/1000, 21.4/1000 に対応する。同一加振ケースは 2 回実施した。

3. 実験結果および考察

(1) 載荷結果

静的載荷では、せん断補強鉄筋ありの場合は、供試体隅角部において主筋が順次降伏し、曲げ破壊したせん断補強筋なしの場合は、主筋が降伏した後に、片側の斜めひび割れが進展して、せん断破壊した。

動的載荷における各加振ケースにおける水平荷重(最大値)と層間変形角(最大値)の関係を図2に示した。これによると、鉄筋が降伏する前後では、2 回目の加振時における耐荷力の低下度合いは小さい。また、最大荷重以降では、2 回目の加振において、耐荷力の低下が顕著になっている。せん断補強鉄筋がある試験体は、最大荷重以降に急激に耐荷力が低下した。一方、せん断補強鉄筋がない試験体では、2 回目の加振時に耐荷力が低下した。

(2) 動的載荷の影響

載荷方法が耐荷性能に及ぼす影響を比較するために、水平荷重-層間変形角関係と終局破壊状況を図3に示した。これによると、層間変形角 2.1/1000 で鉄筋降伏前では、静的正負交番載荷の履歴曲線と良好な一致を示している。層間変形角 10.7/1000 で最大荷重近傍になると、最大荷重や再載荷時における剛性などに若干の差は生じているが、荷重変位関係は概ね同様な履歴である。すなわち、載荷方法の影響は大きくないと考えられる。しかしながら、層間変形角 21.4/1000 で最大荷重以降になると、静的載荷と動的載荷では荷重変位履歴の形状が大きく異なり、動的載荷の方が終局破壊状況は著しかった。これは、動的載荷の方が静的載荷よりも繰り返し回数が多くなるため、最大荷重以降の非線形履歴特性の影響が大きかったものと考えられる。

4. おわりに

本実験結果は、本震と同レベルの余震が生じた場合を想定しても、RCボックスカルバートの耐荷力に与える影響が大きいのは最大荷重以降であり、少なくとも鉄筋降伏程度であれば、耐荷特性に与える影響は小さいことを示している。

謝辞：本研究は、電力共通研究の一部として実施されたものである。関係各位に謝意を表す次第である。

キーワード：地中構造物、耐震性能、正負交番載荷、動的耐荷特性、鉄筋コンクリート

連絡先：〒270-1194 我孫子市我孫子 1646 電力中央研究所 地球工学研究所 構造工学領域 TEL.04-7182-1181

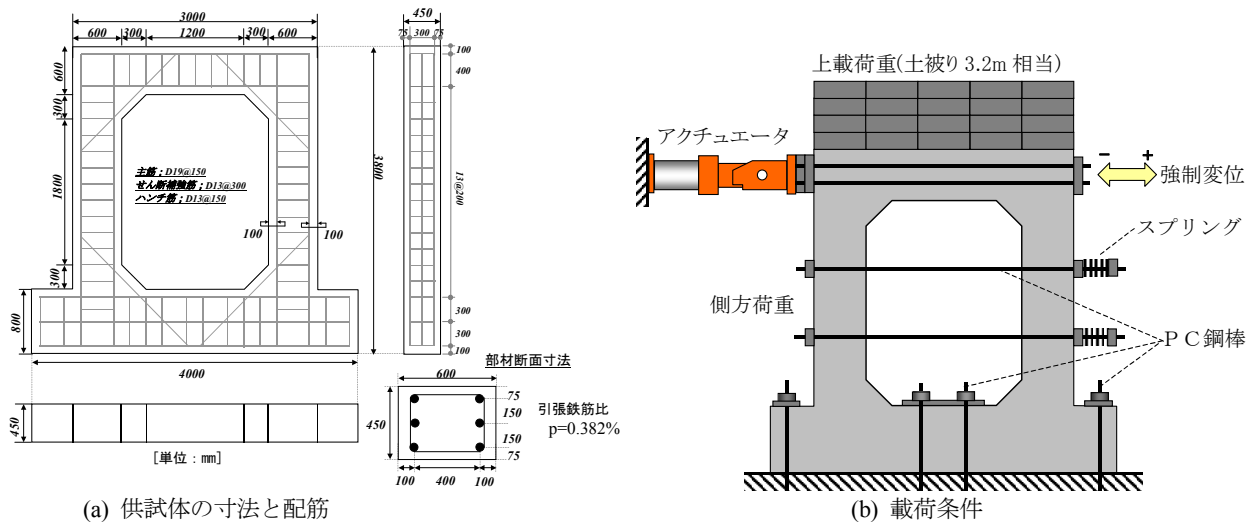


図1 実験の概要図

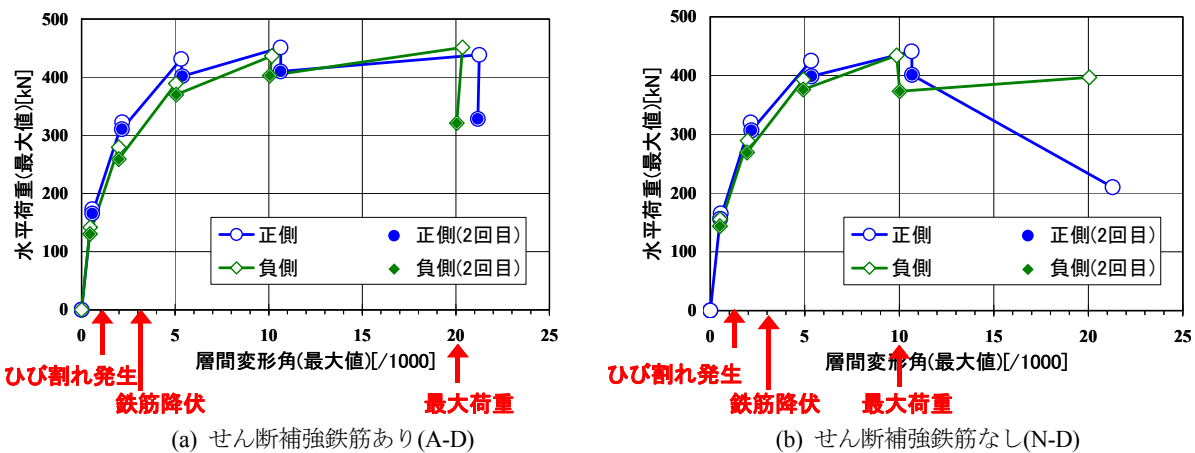


図2 各加振結果の耐力力比較

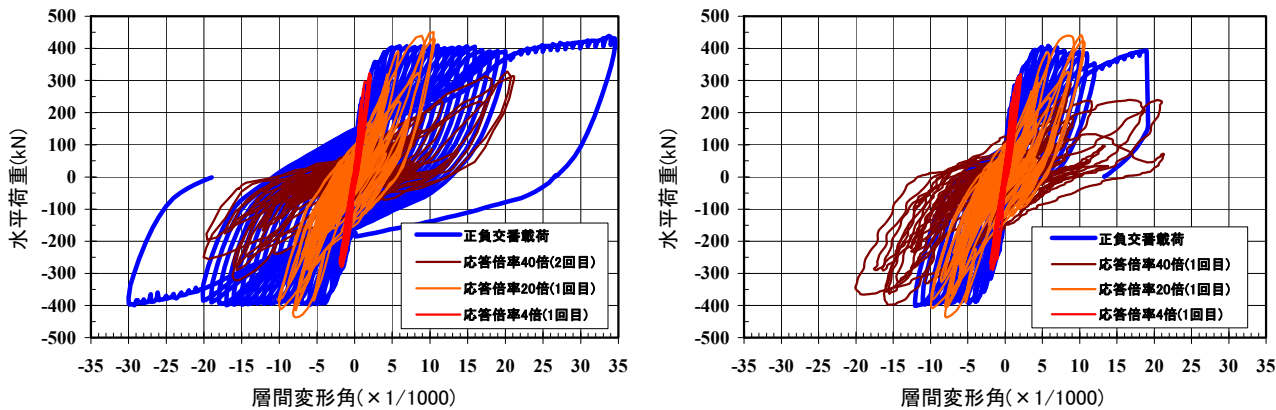


図3 水平荷重-層間変形角および破壊状況比較

[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建造物の構造健全性評価に関するガイドライン, 評価・照査例Ⅲ, 2012.