

R Cボックスカルバートのせん断耐力に関する実験的研究

東京電力(株) 川崎火力建設所 正会員 寺内哲也, 正会員 工藤芳昭
東京電力(株) 電力技術研究所 正会員 広中 了
東電設計(株) 火力土木部 正会員 金子雄一

1. はじめに

R C構造物の耐震設計では, 考慮する地震動が大きくなったことに伴い, 高いじん性が必要とされるようになった. R C構造物のじん性は, 塑性ヒンジの発生とせん断破壊が生じないことで確保される. それ故に, 大変形時におけるせん断耐力の把握は, 耐震設計上重要な項目となる. 本研究では, 大変形および繰り返し荷重を受けるR Cボックスカルバートのせん断挙動を実験により検討した.

2. 実験の概要

供試体は, 厚さ 350mm の側壁を幅 450mm で切り出した形状とし, 固定のために底版に相当するスラブを設けた. 配筋は, 幅 450mm に対して, 主筋に D19(SD295A)を引張側, 圧縮側にそれぞれ 3 本, せん断補強筋に D13(SD345)を間隔 125mm でそれぞれの高さに 1 本とした. 引張側および圧縮側の主筋の有効高さは, それぞれ $d=250\text{mm}$, $d'=100\text{mm}$ とした.

一方向繰り返し試験は, 図-1 に実線で示した L 字型の供試体に右側から水平荷重を載荷した. また, 正負交番繰り返し試験は, 図中に実線および破線で示した逆 T 型の供試体を用いた. どちらも, 側壁上部からコンクリートの圧縮応力で 1.0 または 2.0(N/mm²)に相当する鉛直荷重(軸力)を載荷したまま, せん断スパン 1.0m で水平荷重を載荷した. 載荷は, 引張側の主鉄筋が降伏するときの水平変位 δ_y を基準とした変位制御とし, δ_y の整数倍の各ステップで 3 回繰り返した. その際, 主筋, せん断補強筋のひずみ, 荷重および載荷点の水平変位 δ をそれぞれ計測した.

試験は, 軸力, 載荷方法, せん断補強筋のフック形状を変化させた 8 ケースとした. 試験ケース, コンクリート強度 f_c (N/mm²)およびコンクリートの負担するせん断耐力 V_{CR} (kN)をまとめて表-1 に示す¹⁾.

表-1 試験ケースなど

	軸力 σ_o (N/mm ²)	載荷方法	定着形状	f_c (N/mm ²)	V_{CR} (kN)
CASE7	1.0	片振り	両側鋭角	24.9	96.18
CASE8	1.0	両振り		26.8	98.19
CASE9	2.0	片振り		25.6	108.19
CASE10	2.0	両振り	片側直角	24.5	106.98
CASE11	1.0	片振り		27.7	99.20
CASE12	1.0	両振り		26.4	97.77
CASE13	2.0	片振り		27.6	110.40
CASE14	2.0	両振り		28.4	111.21

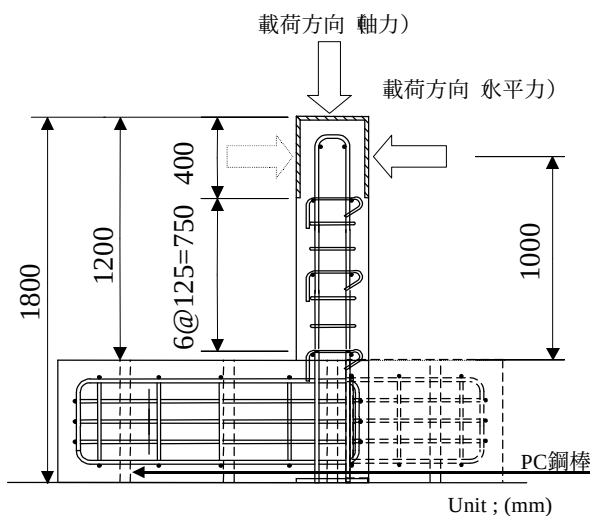


図-1 試験方法

キーワード：R Cボックスカルバート, せん断耐力, 変形, 繰り返し載荷試験

連絡先：〒210-0865 神奈川県川崎市川崎区千鳥町5-1 東京電力(株) 川崎火力建設所土木グループ

3. 実験結果および考察

実験結果は、変位とコンクリートが負担しているせん断力 V_c の関係として整理した。コンクリートが負担するせん断力 V_c は次のように算定した。すなわち、せん断補強筋のひずみから応力を求め、トラス理論によるその応力に相当するせん断耐力を V_s とし¹⁾、作用させた水平荷重と V_s の差を V_c とした。その際、せん断補強筋のひずみは、計測した6本のうち最大のものとした。

V_c と変位の関係をまとめて図-2～図-4に示す。これらの図より以下のことが分かる。

- ・ $1\delta_y$ での V_c は80～110(kN)となっており、100～110(kN)の計算値とおおよそ一致している。また、軸力が大きいケースでは、軸力が小さいケースに比べて V_c が大きい傾向にある。
- ・ 変位が大きくなるにつれて V_c は減少する傾向にあり、 $6\delta_y$ では $1\delta_y$ の半分程度まで低下しているケースもある。

本試験では、水平荷重は供試体の曲げ耐力に相当するため、 $1\delta_y$ から徐々に増加し3～ $4\delta_y$ でピークに達した後に緩やかに低下した。それに対し、せん断補強筋のひずみは変位とともに増加したため、水平荷重と V_s の差である V_c は上記のような挙動となっている。これは、変位の増加に伴う斜めひび割れの進展や、荷重の繰り返しによる微視的なせん断破壊の進行などによるものと考えられる²⁾。本試験では、荷重を繰り返しながら変位も増加させたため、この V_c の低下が変位の増加によるものか、または荷重の繰り返しの影響によるものかは明確でないが、両者の相乗作用としてこのような結果が得られていると思われる。

RCボックスカルバートの耐震設計においては、どの程度までの変位を考慮するかにもよるが、特に大きい変位まで考慮する場合には、このようなコンクリートが負担するせん断耐力の低下を考慮することが重要であると考えられる。

4. まとめ

大変形と繰り返し荷重を受けるRCボックスカルバート側壁のせん断挙動を実験により検討した。その結果、コンクリートの負担するせん断耐力は変位が大きくなるにつれて減少し、 $6\delta_y$ の変位においては半分程度まで低下する場合もあることが明らかとなった。

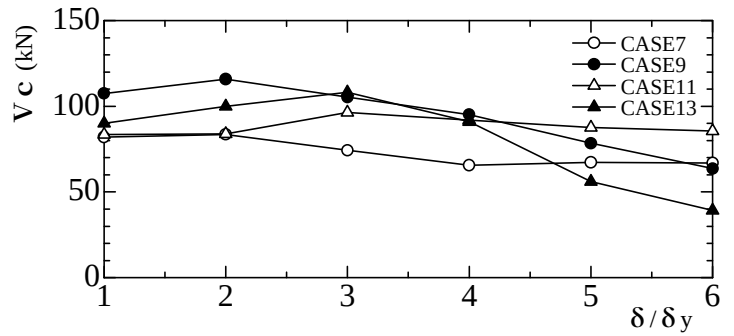


図-2 $V_c \sim \delta$ 曲線 (一方向載荷)

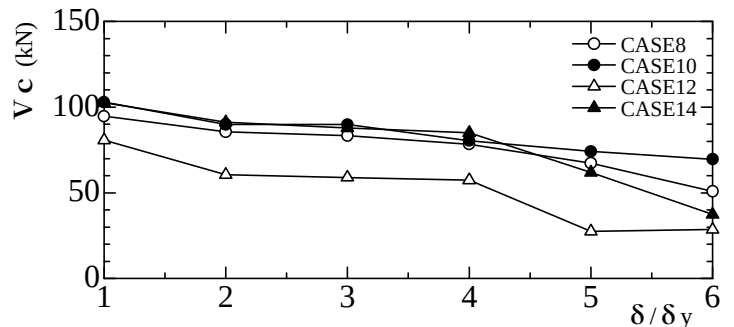


図-3 $V_c \sim \delta$ 曲線 (正負交番載荷 正方向)

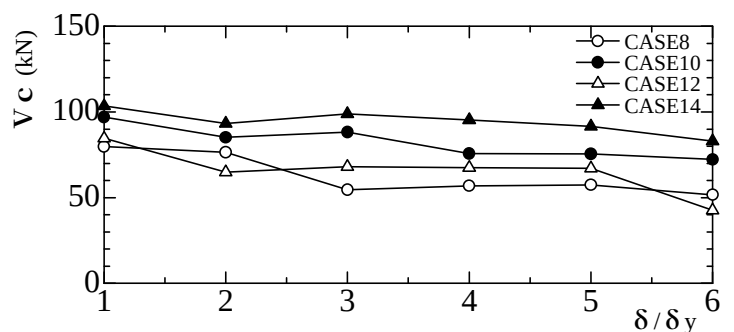


図-4 $V_c \sim \delta$ 曲線 (正負交番載荷 負方向)