

塑性ヒンジ区間に打継目を有する鉄筋コンクリート製ボックスカルバートの荷重実験

電力中央研究所 正会員 ○柴山 淳
 電力中央研究所 正会員 宮川 義範
 関西電力 正会員 安藤 明宏
 セレス 重光 信宏

1. はじめに

現場打ちのコンクリート製ボックスカルバートは打継目が設けられる場合が多い。コンクリート標準示方書[1]では、打継目は「できるだけせん断力の小さい位置に設けること」と記されているが、水平力を受けるボックスカルバートにはせん断力が一定になる部材があり、打継目をどこに設けるかはしばしば議論される。これまで、打継目の処理方法やその性能に関する研究は活発に行われてきた。その一方で、打継目が鉄筋コンクリート製ボックスカルバートの構造性能に与える影響について大型の荷重実験を通して検討した例はほとんどない。本報は、塑性ヒンジ区間に打継目を有する鉄筋コンクリート製ボックスカルバートの荷重実験を通して、打継目が試験体の構造性能に与える影響について考察した結果を報告するものである。

2. 試験体諸元と荷重方法

試験体の形状・配筋状況を図-1に、試験体諸元を表-1に示す。なお、試験区間にせん断補強筋は配していない。試験体のコンクリートの打設は下側ハンチから100mm立ち上がった場所に打継目を設け[2]、その上下で二度に分けて行った。打継目の処理は、遅延剤を塗布し、打設翌日に未硬化部分をワイヤブラシで取り除き骨材を露出させる方法とした。加力は、500kNアクチュエーター2本により頂版を押し引きする静的正負交番繰返し漸増水平荷重とした。荷重初期は荷重制御で行い、その後は頂版中央の水平変位を頂底板間距離(1700mm)で除した値で定義した層間変形角(以下、 R)で変位制御を行った。南方向への荷重を正方向とし、100kN, 200kN, $R=\pm 0.1\%$, $\pm 0.25\%$, $\pm 0.5\%$, $\pm 0.75\%$, $\pm 1\%$, $\pm 1.25\%$, $\pm 1.5\%$, $\pm 1.75\%$, $\pm 2\%$, $\pm 2.5\%$ で各サイクル3周荷重を行ったのち、 $\pm 3\%$ を2周荷重した時点で十分水平耐力が低下したと判断し、正側に押し切り($R=5.6\%$)荷重を終了した。

3. 荷重-変位関係

図-2に水平変位-水平荷重関係を示す。正側の最大耐力は $R=0.475\%$ で発現した645kNであり、水平荷重は曲げ降伏によって頭打ちとなった。破壊モードは最大耐力到達後、せん断ひび割れの広がりによって耐力が低下したので曲げ降伏後のせん断破壊と判断した。最大耐力の発現以降に壁下側の打継目の開口が確認されたが、耐力低下まで安定したループを描く結果となった。なお、 $R=+5.6\%$ まで押し切った状態でも300kN程度の荷

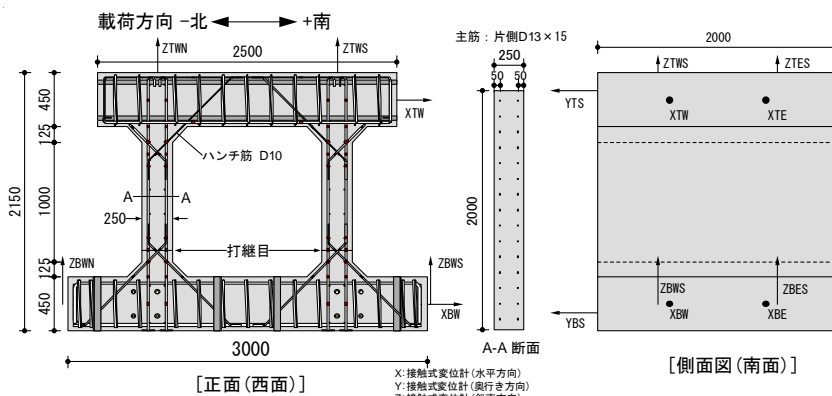


図-1 試験体の形状・配筋

試験区間部材厚[mm]		250
せん断スパン(a)[mm]		500
打継目より下側のコンクリート	圧縮強度[MPa]	44.0
	割裂引張強度[MPa]	3.1
	弾性係数[GPa]	25.8
打継目より上側のコンクリート	圧縮強度[MPa]	43.1
	割裂引張強度[MPa]	2.9
	弾性係数[GPa]	24.6
引張鉄筋比($\Sigma a_s/bd$)[%]		0.48
主筋降伏強度[MPa]		335
主筋弾性係数[GPa]		191
ハンチ筋降伏強度[MPa]		342
ハンチ筋弾性係数[GPa]		191
曲げ耐力時せん断力[kN]		509
せん断耐力[kN]		857
せん断降度(せん断耐力/曲げ耐力)		1.7

曲げ耐力時せん断力、せん断耐力はそれぞれ[3], [4]により算出

表-1 試験体諸元

キーワード 鉄筋コンクリート, ボックスカルバート, 打継目, せん断破壊

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (一財)電力中央研究所 TEL04-7182-1181

重を支持し続けた。

4. 損傷状況

一本目の曲げひび割れはハンチと鉛直部材の境界部で発生し、打継目位置での開口が先行することはなかった。打継目がある壁下側と打継目がない壁上側では損傷モードに明確な差異が見られた(図-3)。打継目がない壁上側で北側、南側両壁に斜めひび割れが発生した状況でも、打継目がある壁下側では打継目が開口したが、斜めひび割れは発生しなかった。また、打継目より下側では鉛直方向にひび割れが数本確認された(図-4)。これは、打継目より上側の部材の回転により打継目より下側部分に引張応力が発生したためであると考えられる。

5. 鉄筋ひずみ性状

一本目の曲げひび割れと同様、主筋の降伏もまたハンチと鉛直部材の境界部で最初に生じた(図-5)。一方、ハンチ境界から 100mm 離れた位置の鉄筋ひずみの推移を見ると、打継目のある下端では、微小な変形領域からやや大きめで、なおかつ塑性ひずみが増加しているのに対し、上端では $R=3\%$ に達しても 2000 μ 付近で停滞していた。このように、ひび割れパターンや鉄筋ひずみの分布には上下端である程度の差異があったが、最終的に水平耐力が低下する契機となった損傷部位は上端の方であり、打継目を含む塑性ヒンジ領域が回転性能において劣る傾向は認められなかった。

6. まとめ

本実験では、打継目の有無により同位置の鉄筋ひずみの値には相違が見られ、また正側の最大耐力発現以降に打継目の開口が確認された。しかしながら、打継目がある壁下側では斜めひび割れが発生することはなく、壁上部の斜めひび割れの拡幅に起因する耐力低下まで安定したループを描く結果となった。

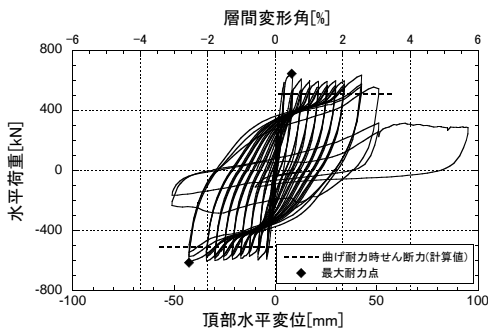
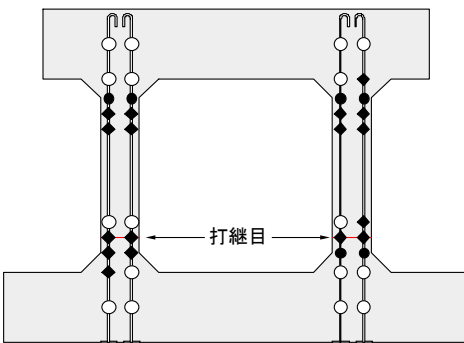


図-2 水平変位-水平荷重関係



● R=0.25%までに降伏 ◆ 載荷終了までに降伏 ○ 未降伏

図-5 主筋降伏状況

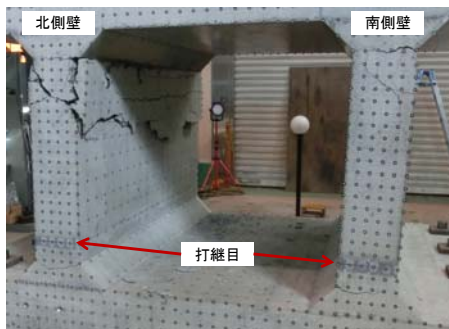


図-3 損傷の様相

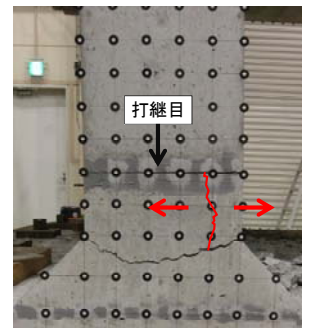


図-4 打継目付近

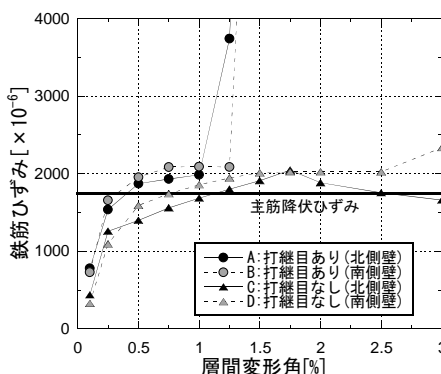
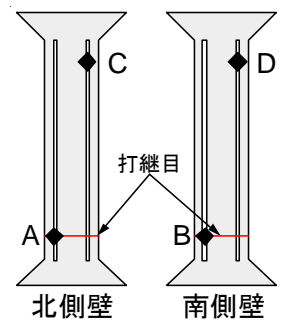


図-6 打継目位置の主筋ひずみ



謝辞: 本研究は、原子力リスク研究センター共通研究として実施されたものである。関係各位に謝意を表す。

参考文献

[1] 土木学会：2012年制定コンクリート標準示方書[設計編]，2012。
 [2] 日本道路協会：平成21年度版道路土工カルバート工指針，2010。
 [3] 日本建築学会：鉄筋コンクリート造の靱性保証型耐震設計指針・同解説，1997。
 [4] 二羽淳一郎，山田一字，横沢和男，岡村甫：せん断補強筋を用いないRCはりのせん断強度式の再評価，土木学会論文集，No. 372/V-5，pp. 167-176，1986。