

ハンチの有無がRCボックスカルバートの変形性能及び破壊モードに及ぼす影響

(財) 電力中央研究所 正会員 ○松尾豊史 松村卓郎
中部電力(株) 正会員 橘 泰久

1. はじめに

コンクリート標準示方書における耐震に関する規定は、従来の許容応力度法から性能照査型の限界状態設計法への移行にともない、想定地震に対して構造物があらかじめ定めた塑性変位以下の応答変位にとどまるように設計することに改定された¹⁾。特に、地中構造物の耐震性能をより合理的に照査するためには、構造物全体の変形性能を適切に評価する必要がある。本研究は、ハンチの有無がRCボックスカルバートの耐力と変形性能、破壊形態に与える影響について実験的に検討したものである。

2. 実験概要

本実験で用いた試験体は実際に13年間供用されてきた実物の鉄筋コンクリート製地中ボックスカルバート²⁾である。試験体の仕様と寸法を図-1に示す。ハンチ無の試験体については、ハンチ部をコンクリートカッターで切除した。コンクリートコア及び鉄筋を採取して、材料試験を行った結果を表-1に示す。

載荷試験は地震時に地盤から与えられるせん断変形を想定し、試験体両側に設置した油圧アクチュエーター2台を用いて変位制御で正負交番載荷した(図-2参照)。試験体上部には土被り厚さ1mの上載荷重を模擬してインゴットを載せた。底面は完全固定条件となるように、PC鋼棒で固定した。載荷は交互に同一変位を正負2回づつ繰り返しながら順次漸増させていった。

3. 実験結果と考察

図-3に、ハンチ無試験体の荷重-変位関係を示す。最大荷重までは、繰り返しによる荷重低下はあったが、徐々に荷重は増加した。最大荷重後に、一旦荷重は大きく低下したが、その後再度荷重は増加し、延性的な挙動を示した。これは、最大荷重時に右側壁下部に大きな斜めひび割れが発生したために荷重が低下したが、底版の上主筋がせん断補強の役割を示したために再度荷重は増加したと考えられる。図-4、図-5には試験体のひび割れ状況の比較と荷重-変形角履歴の比較を示す。なお、ハンチ無試験体の荷重は、ハンチ有試験体²⁾と比較するために、試験体奥行き60cmを105cmに換算して示した。ハンチ有試験体は、層間変形角約1%で最大荷重に達した後、層間変形角約3%の時に側壁下端に斜めひび割れが発生して荷重が急激に低下した。これに対して、ハンチ無試験体の最大荷重は、ハンチ有試験体の半分ながら、破壊モードが曲げ系の破壊であるために、延性的な挙動を示している。ただし、ハンチ無試験体は、ハンチを切ることなど想定しておらず、隅角部の補強は全くしていないために、隅角部からの斜めひび割れによって、側壁よりも頂版、底版の損傷状態がひどくなる傾向にあり、ハンチには隅角部の応力伝達を円滑にする効果があることが確認できた。

表-2には、コンクリート標準示方書・耐震設計編¹⁾に基づいて破壊モードの判定をした結果を示す。せん断スパンの設定方法については、コンクリート標準示方書・構造性能照査編³⁾の剛域の設定を考慮した(図-6参照)。これによると、ハンチの有無およびせん断スパンの設定方法により、曲げせん断耐力比が変化し、破壊モードが変化することを示している。ハンチの内寸法をせん断スパンと考えた場合は、せん断破壊モードとなった。ハンチが大きい場合には、破壊モード判定時に、ハンチの内寸法をせん断スパンとするなどハンチの影響を適切に考慮する必要があると考えられる。

4. おわりに

一般に、ハンチは耐力を増加させ、隅角部における応力伝達を円滑にする効果をもつ。しかしながら、ハンチの大きさによっては、設計で意図した破壊モードとはならず、変形性能としては低下する可能性も考えられる。特に、地中構造物のように、地盤の変形挙動に大きく影響を受ける場合には、耐力だけではなく、変形性能および破壊モードにも十分に配慮しなければならない。

キーワード：鉄筋コンクリート、ボックスカルバート、ハンチ、変形性能、破壊モード、
連絡先：〒270-1194 我孫子市我孫子 1646 電話 0471-82-1181 FAX0471-83-2962
〒461-8680 名古屋市東区東新町 1 番地 電話 052-973-2254 FAX052-973-3173

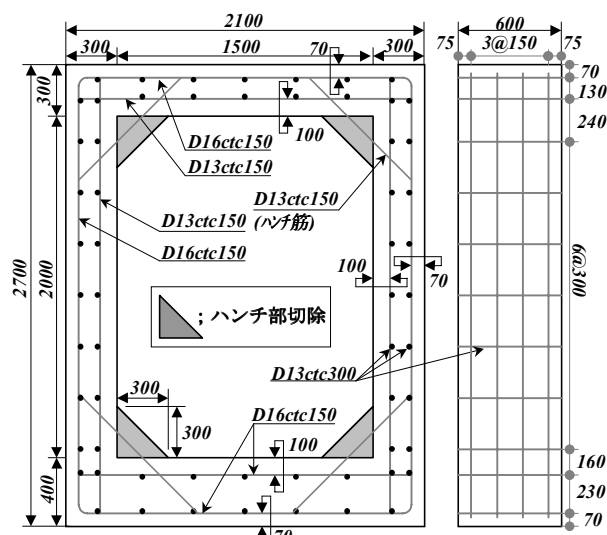


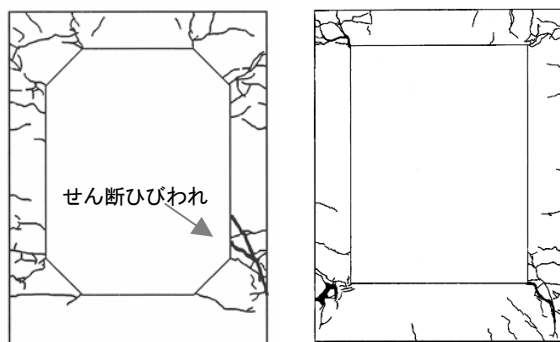
図-1 試験体の寸法と配筋(単位: mm)

表-1 材料試験結果
(a) コンクリート($f_{ck}=24\text{N/mm}^2$)

圧縮強度 (N/mm^2)	ヤング係数 (N/mm^2)	割裂引張強度 (N/mm^2)
31.5	3.29×10^4	2.68

(b) 鉄筋(SD345)

降伏強度 (N/mm^2)	ヤング係数 (N/mm^2)	降伏ひずみ ($\times 10^{-6}$)
381	1.68×10^5	2273



(a) ハンチ有試験体 (b) ハンチ無試験体

図-4 ひび割れ状況比較

表-2 破壊モードの判定結果

せん断スパン の設定方法	せん断スパン a (m)	曲げせん断耐力比 $M_u/(V_u \cdot a)$
部材断面の軸線	1.175	0.66
剛域(ハンチ無)	1.075	0.72
ハンチ外寸	1.00	0.78
剛域(ハンチ有)	0.85	0.91
ハンチ内寸	0.7	1.11

※実験値との対応を把握するために、安全係数は全て1.0とした

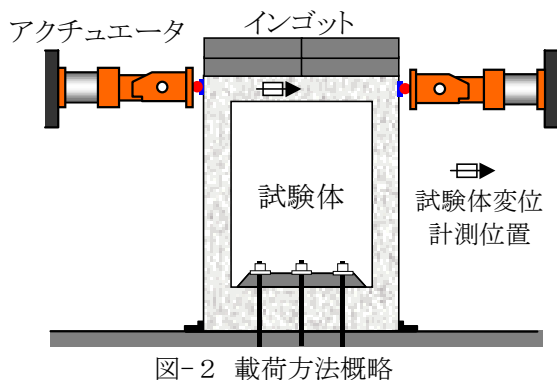


図-2 荷重方法概略

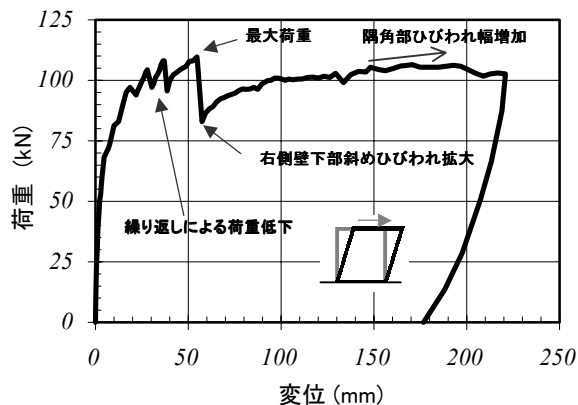


図-3 荷重-変位関係(ハンチ無試験体)

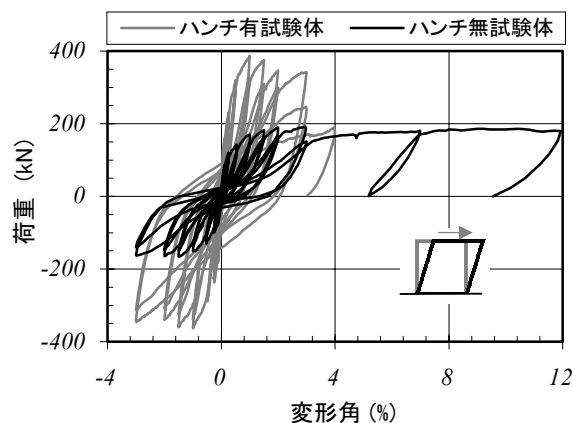
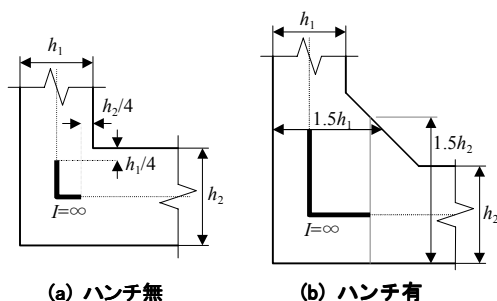


図-5 荷重-変形角履歴比較



(a) ハンチ無

(b) ハンチ有

図-6 剛域の設定³⁾

〔参考文献〕(1)土木学会：コンクリート標準示方書・耐震設計編[平成8年制定]，1996.7

(2)平松・橘・秋山・荒添：実際に使用されてきた地中構造物を用いた地震時の耐力・変形性能に関する載荷試験，第1回構造物の破壊過程に基づく地震防災向上に関するシンポジウム，pp.175-178, 2000

(3)土木学会：コンクリート標準示方書・構造性能照査編[2002年制定]，2002.3