

東京電力㈱	正会員	○ 花見 和 則
東電設計㈱	正会員	伏 見 捷 二
㈱大林組	正会員	大 内 一

1. はじめに

本報告では前報（その1、その2）の試験結果について弾塑性挙動、崩壊系による曲げ終局強度、および吸収エネルギーの比較検討を行ない、最後に今回の様な合成構造の妥当性について述べる。

2. 弾塑性挙動の検討

合成構造評価の基準となる一体打ち試験体BNに関して弾塑性解析を行なう。本法は2軸対称性より1/4領域をラーメン置換したのち、材軸方向に要素分割し、さらに厚さ方向にも層分割して各層応力を平面保持則に立脚して逐次評価していく増分解析法である。なお各鉄筋及びコンクリート層の応力、剛性は図-1中に示す応力-ひずみ関係に従うものとした。前報（その2）の図-4に解析値を併せて示したが、荷重-変位関係は実験値との良好な対応を得た。ひび割れ、許容応力度、鉄筋降伏、最大荷重は各々実験値：3.8t, 7.4t, 11.3t, 17.3t に対し解析値は8.6t, 9.0t, 11.8t, 17.8t とひび割れ荷重を除き良好な対応を得た。なお最大荷重に関する解析値は、長辺中央も高応力状態にあるが短辺端部コンクリートが厳しく同部の圧壊をもってこれを定義した。図-2に代表的な位置である長辺中央と短辺端部引張筋について荷重-ひずみ関係を示すが、ひび割れ荷重レベルでは若干の相違があるものの降伏前からの挙動は良好な対応を得る。また、最大荷重時では解析値は長辺中央、短辺端部断面で引張筋が全て降伏しており、実験結果と同様同断面での塑性ヒンジの形成を裏付けるものである。

3. 崩壊系による曲げ終局強度の検討

今回の試験結果を踏まえ、図-3に示す様な崩壊系に対して終局強度を求める。BNについては曲げモーメント分布等を考慮してCase 1の崩壊系を検討する（実験もこの崩壊系を与える）。BCD, BCCについては主筋の配置が同様であり、材料特性もほぼ同じであるのでBCDをもって代表させるが、これはCase 1は勿論、実験結果に対応するCase 2についても検討する。また実験最終段階で短辺側は内巻壁の応力負担が急増したことからCase 3に示す様な短辺側を重ね壁とした場合の終局強度も補足的に検討する。終局強度の算定は以下の手順に従う。まず塑性ヒンジの想定される断面を対象に図-4に示す様な終局釣合状態*から終局釣合状態 からM-N相関を求める。次にこのM-N相関を一次式で近似し、軸力Nが外力Pによって表わされることを考慮すると各釣合系で終局強度は容易に求めることができる。

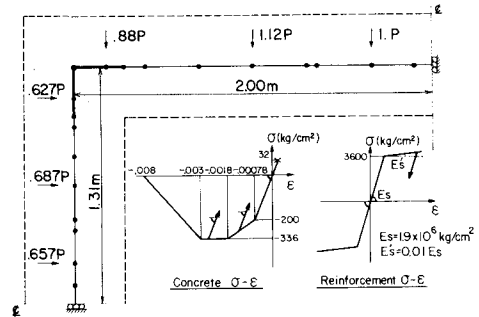


図-1 弾塑性解析・解析モデル (BN)

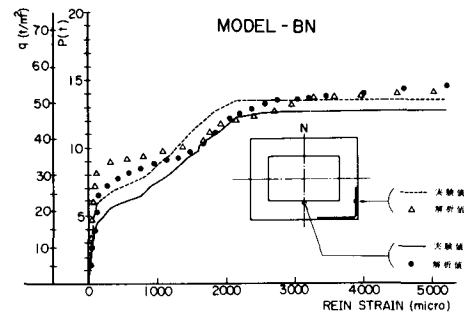


図-2 荷重-ひずみ関係：包絡線 (BN)

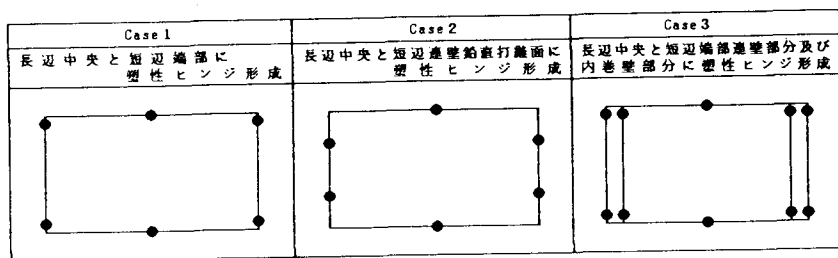


図-3 崩壊系

以上より求めた結果を表-1に示す。BNは実験値17.3tに対し14.4tと低めの値を与えた。BCDは実験とは異なりCase 1の崩壊系で決り、14.2t（実験15.2t）になった。実験では、破壊を決定づけた短辺連壁鉛直打継部断面の内巻壁には最終段階で材軸方向の割裂的なひび割れや、斜めのひび割れが発生しており、複雑な応力状態での破壊ということが出来よう。また短辺を重ね壁として計算したCase 3の結果は、軸力を内巻壁に全て負担させた場合9.3t、断面積比に応じて負担させた場合7.7tとなり、実験値はこれ等に比べかなり大きいものであった。

4. 吸収エネルギー

図-5には荷重-換算累積変形を示す。ここに換算累積変形とは、試験体各位置の集中荷重と、対応する荷重方向変位の積の総和を長辺中央荷重Pで除した変位を表わす物理量である。従って図中包絡線に囲まれた部分の面積は外力仕事量であり、換言すれば試験体吸収エネルギーとみなせる。最大荷重までの吸収エネルギーを対象に求めたエネルギー比率はBNに対しBCD：80%、BCC：79%であった。

5. まとめ

以上より常時土水圧を対象にせん断が小さく（短辺端部； $Q/BD = 8.8 \text{ kg/cm}^2$ ）曲げ破壊型の今回の試験体について次のことがいえる。1)長辺中央、短辺端部塑性ヒンジで破壊の決ったBNの実験結果を弾塑性解析は比較的良好に追跡できた。BCD、BCCは長辺中央塑性ヒンジ形成後、短辺側連壁鉛直打継面の開きが大きくなり同断面内巻壁が破壊して終局強度が決った。崩壊系による曲げ終局強度計算はこれを予測出来ない。2)BNに比し、BCD、BCC共鉄筋許容応力まではほぼ同一、降伏荷重で87%、最大荷重で88%の強度を示した。3)BNに比し最大荷重までの吸収エネルギーはBCD、BCC共ほぼ80%であった。4)鉄筋降伏荷重まではBCD、BCC共連壁内巻壁は一体壁として挙動するが初期剛性はBNに比し70%であった。5)連壁内巻壁打継面処理法（BCD：ジベル筋補強、BCC：チップング処理）の違いによる破壊モード、強度、および変形の差は認められなかった。

*土木学会：コンクリート構造の限界状態設計法指針（案）コンクリートライブラリー第52号

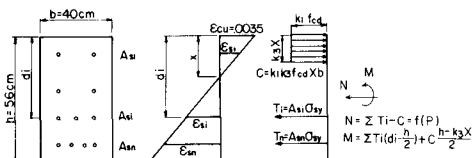


図-4 終局モーメントの釣合

試験体	Case 1	Case 2	Case 3	実験値
BN	14.4	—	—	17.3
BCD	14.2	17.4	*1) 9.3	15.2
(BCC)			*2) 7.7	

表-1 曲げ終局強度

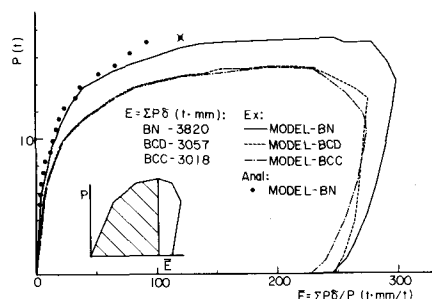


図-5 荷重・換算累積変形関係