

NKK 正会員 伊藤壮一 同 田中征登 同 植村俊朗
 （財）沿岸開発技術研究センター 鹿籠雅純

1. 緒言

合成版式ケーソンは、合成版の曲げ耐力が大きいことを活用して従来のRC構造のケーソンよりフーチングを長くし（広幅）、底面反力を小さくしたことを特徴とする構造物である¹⁾。広幅フーチングの付け根に発生する大きな曲げモーメントは、底版と外壁（図3参照）に伝播し、版の部材設計にはその影響を考慮する必要がある。そこで、実験とFEM解析によりその部材力特性を調べ、設計における取扱いを検討した。

2. 実験的検討

図1に示すように、ケーソンのフーチング部分を中心にして横隔壁、縦隔壁を含む天地逆の部分模型（縮尺 1/4）を作り、線荷重を载荷した。一方、実験値の検証とデータの補完のためこれに対するFEM弾性解析（鋼板要素、コンクリート立体要素併用）を併せて行った。

底版と外壁は、構造的には横隔壁が支持辺の版になり、フーチングから流れ込む曲げモーメントはその影響を受けて版内で急速に減衰すると考えられる。図2は、その特性に関する実験と計算の結果である。数値は、フーチング付け根に単位モーメント（ $1\text{t}\cdot\text{m}/\text{m}$ ）が作用しているように基準化しており、実験値は、フーチングの設計曲げモーメント相当荷重の時の値を用いた。 M_x は横隔壁と平行方向に伝播する主方向の曲げモーメントである。なお、モーメントは応力を断面図心軸回りに積分して求めた。図中、①-lineは横隔壁間中央の線上を表し、③-lineは横隔壁上を表している。計算値と実験値は底版の場合に若干の差があるが、良く対応していると言える。結果は示していないが、 M_y も同様である。また、変形や鋼隔壁の応力分布も良い一致を示した。これらの結果から以下のような断面力特性が明らかにされた。

1) 底版と外壁に伝播していく曲げモーメントはフーチング付け根から離れるに従って減衰し、その程度は横隔壁近傍が大きい。このモーメント勾配の結果生ずるせん断力も設計上考慮を要する。

2) 中央線上で、両版への分配比率をとると1:8となり、これは外壁版厚と底版ハッチの平均版厚の3乗比になっている。横隔壁近傍で比は小さくなる。なお、分配された伝達モーメントの和は導入分の約8割で、付け根剛部から直接鋼隔壁に流れる分があることを示している。

3) M_x が作用する範囲では直角方向の M_y も発生し、横隔壁上で M_y は逆符号のモーメントになる。

3. 解析的検討

実験によって得られた伝播部材力の定性的特性を、更に詳細に検討するために図3に示す部分を取り出して2種類のFEM解析を行った。

(A) 取り出し部分を板要素でモデル化し横隔壁剛性の影響を調べた。横隔壁は鋼板に、他の合成版は等厚のコンクリート版にモデル化した（図4）。

(B) 横隔壁位置は固定辺とし、底版ハッチの大

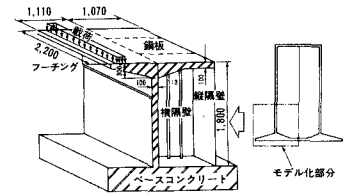


図1 フーチング部実験模型

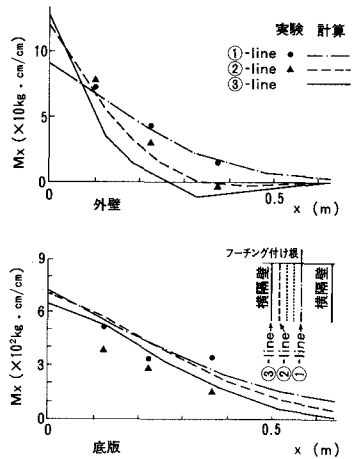


図2 外壁、底版の M_x 分布

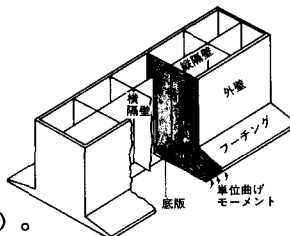


図3 解析モデル化範囲

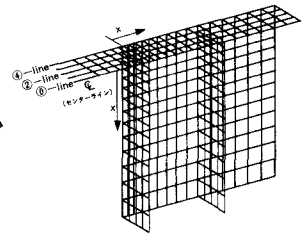


図4 要素図

きさを変えて伝達比率を検討した（図5）。

部材配置の寸法については実際のケーソンを考慮して横隔壁間隔5mとし、ハンチの勾配は1:3のみとした。また、図4の各版厚は図5のハンチI（無ハンチ）のケースと同じとした。

図6に、底版内の M_x 、 M_y の分布特性、横隔壁剛性の影響を示す。横隔壁近くでの影響が顕著であることが分かる。この場合のフーチングと両版の接合線上での曲げモーメントの分配比率を図7に示す。中央線上で3乗比が成り立っている。ラーメン格点に作用するモーメントは剛比に比例して分配される。実際には平面版で梁ではないが、有効幅を持つ梁と考えてこれを準用して考えてみる。中央線上では曲げモーメントの減衰距離が外壁、底版ともほぼ同じ有効な材長を持つと考えれば3乗比が成り立つ。横隔壁近くでこの比が小さくなるのは、横隔壁支持辺の影響でこの有効な材長に差があるためと考えられる。

表1にハンチ付き底版の中央線上での分配比率を示す。ハンチ部の平均版厚と外壁版厚をとると3乗比がおおむね成り立っている。図8に変断面梁に対して求めた有効剛比係数の結果を示すが²⁾、ハンチ長が材長の6割程度以下の場合平均版厚で代表させても良いことが分かり、両版の中央線上での有効な材長が同じであると仮定すればこの分配比率は理解できる。

4. 結論

以上の結果に基づき、設計的には、広幅フーチングに起因する大きな基部曲げモーメントの版への伝播、その結果生ずる部材力については、版厚またはハンチ代表厚による3乗比分配を適用するのが妥当であろうと言う結論を得た。これに基づいて、中央線上で基部曲げモーメントをまず3乗比で分配し、それに掛ける形での断面力（2方向曲げモーメント、せん断ずれ力）分布を与える係数を求めた。なお、本研究は（財）沿岸開発技術研究センターと数社の共同研究として行ったものである。

- <参考文献> 1) 田中他：ハイブリッドケーソンの設計・施工、日本鋼管技報、No. 122、1988
2) 武藤清：耐震設計シリーズ1、耐震設計法、丸善（株）

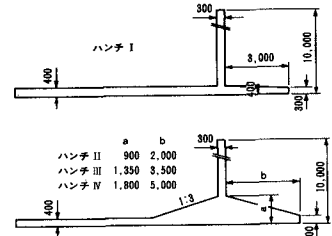


図5 ハンチ解析モデル

$$3 \text{ 乗比} = (400/300)^3 = 2.37$$

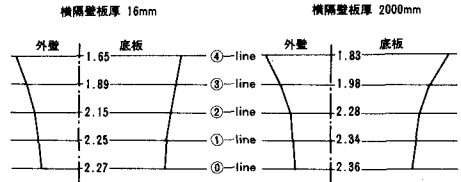


図7 M_x 分配比率（底版／外壁）

表1 ハンチ付き底版の分配比率

ハンチ	解析値 による比	平央版厚に よる3乗比
I	2.18 : 1	2.37 : 1
II	8.22 : 1	10.2 : 1
III	23.9 : 1	24.8 : 1
IV	51.5 : 1	49.3 : 1

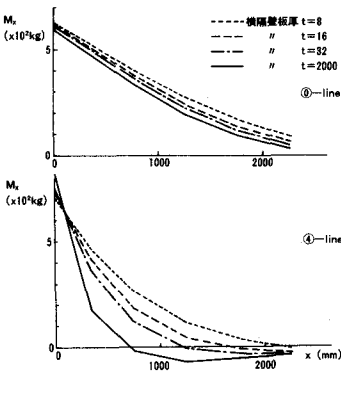


図6 底版内の M_x , M_y 分布特性

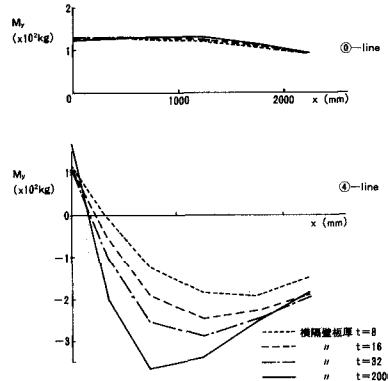


図8 有効剛比係数 a