

I-409

二重矢板式構造物の地震時慣性力評価

川崎製鉄株式会社	正員	小池 武
川崎製鉄株式会社	正員	金子 忠男
川崎製鉄株式会社	正員	水谷 太作

1. はじめに

二重矢板式構造物は、矢板を2列に打設し、頭部をタイロッドで連結した後、矢板間に土砂を中詰して壁体とした構造物であり、水平外力に対して中詰め土砂のせん断抵抗力和根入れ矢板の横抵抗力により抗するものであるが、その剛性はコンクリートケーソンはもとよりセル式構造物と比較しても開断面形状であるため、より柔軟な剛性を示す。

従来、この構造物の耐震設計では震度法が適用されてきたが、上述の剛特性を考慮すると壁体幅と高さの組合せによっては必ずしも剛体モデルの仮定を適用できない場合が想定される。そこで、本研究では、野田ら(1)の提案する有効質量係数の概念を用いて二重矢板式構造物の断面形状と構造物加速度応答の関係について検討を行った。

2. 二重矢板式構造物の有効質量係数

二重矢板式構造物は基本的に Fig.1,2 に示す仮締切りタイプと護岸タイプに分類でき、その断面形状は壁体幅B、壁体高H、根入れ長D により決定される。既設構造物のB/H, D/H についてプロットした Fig.3によれば、B/H, D/H ともに0.5 ~ 1.2 の範囲に存在する。

最近、鋼板セル式構造物の力学的挙動に関する研究において、構造物が受ける地震力を評価するため有効質量係数の概念が導入され、入力加速度の増大に伴い構造物の受ける地震力は逓減する傾向の存在することが指摘されている。この研究結果はセル式構造物の地震時挙動が必ずしも剛体としての挙動ではなく、セル体各部の位相差、土の非線形応答特性等の影響が無視しえないものであることを物語っている。

二重矢板式構造物におけるこのような傾向の有無を確認するため、以下の方法で有効質量係数の値を検討した。すなわち、二重矢板式構造物が受ける水平方向地震力は構造物の各要素に作用する地震時慣性力の総和であることから、有効質量係数 ξ_F を次式で定義する。

$$\xi_F = \text{MAX} \left\{ \left| \frac{\int a(t, x) \, dm}{A_{\max} \int dm} \right| \right\} \quad (1)$$

ここで、 $a(t, x)$ は中詰土各部(x)の時刻tにおける加速度、 $A_{\max}$ は地表面加速度、 dm は中詰土各部の質量である。

また、根入れ下端部まわりのモーメントのつりあい条件により、もう一つの有効質量係数 ξ_M が定義できる。

$$\xi_M = \text{MAX} \left\{ \left| \frac{\int h(x) \cdot a(t, x) \, dm}{H_G \cdot A_{\max} \int dm} \right| \right\} \quad (2)$$

ここで、 H_G は根入れ下端から中詰土の重心までの距離、

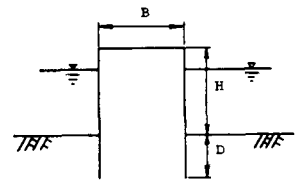


Fig.1 仮締切りタイプ

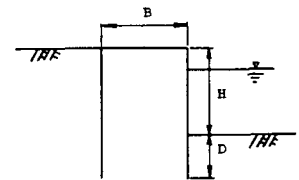


Fig.2 護岸タイプ

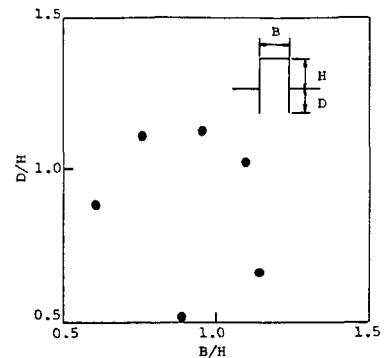


Fig.3 既設二重矢板構造物の寸法比率

$h(x)$ は根入れ下端から中詰土各部までの距離。

数値解析は、カリフォルニア大学で開発されたプログラムFLUSHを用いた。構造物モデルの諸元および土質定数を Table 1 に示す。

3. 数値計算結果と考慮

Fig.4 は壁体幅比 B/H と有効質量係数 ξ_F , ξ_M の関係を示したものである。特徴的なことは、 ξ_F , ξ_M ともに1よりも小さく、セル式構造物の場合と同様に地震時慣性力の逓減傾向が見られる。しかし、仮締切りタイプと護岸タイプでは異なる傾向を示し、前者では ξ_F と ξ_M はほぼ等しい挙動を示すが、後者では ξ_F の方が ξ_M よりも大きい値を示す。

Fig.5 は B/H と系の卓越周期の関係を示したものであるが、仮締切りタイプでは壁体幅が広くなるに従って天端位置での卓越周期（破線）は長周期側へ移動するが、護岸タイプでは一定であり、このことは裏込地盤と中詰土が一体的な挙動をしていることをうかがわせる。

Fig.6 は根入れ比 D/H と ξ_F , ξ_M の関係を示したものである。両タイプの ξ_F は根入れ長が長くなるに従い一層逓減傾向を示し、護岸タイプの ξ_M は他と逆の傾向を示す。これより、護岸タイプの振動性状が根入れ長と深く関連している一方で壁体幅の影響を受けないことは興味深い。

参考文献

- (1) 野田節男, 他: 根入れ鋼板セルの耐震性に関する実験的研究
港湾技研, Vol.21 No.3, 1982 pp.83-167

Table 1 使用数値		数値		
項目	単位	値		
壁体幅	m	13		
壁体高	m	13		
根入れ長	m	7.5		
矢板断面剛性	m^4/m	6.92×10^{-4}		
表層地盤厚	m	20		
使用地震波		1978 年宮城県沖地震 (大船渡)		
		中詰土 地上部	中詰土 地中部	地盤
土の単位体積重量	TON/m^3	1.8	2.0	2.0
土のせん断弾性係数	kgf/cm^2	344	522	1260

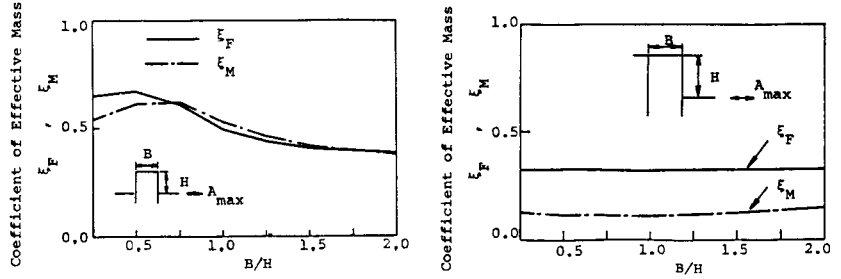


Fig.4 壁体幅と有効質量係数の関係

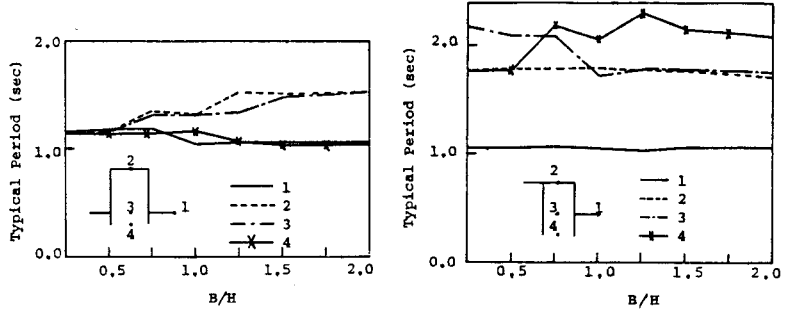


Fig.5 壁体幅と系の卓越周期の関係

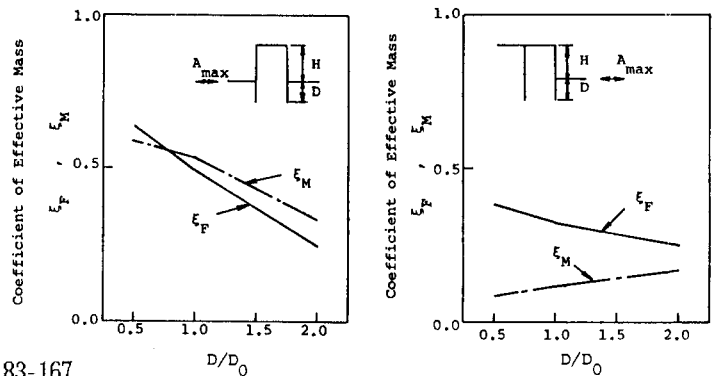


Fig.6 根入れ深さと有効質量係数の関係 ($D_0/H=0.5$)