

長崎大学 工学部 正員 伊勢田 哲也
 〇学生員 宮本 修
 新田 良典

1. まえがき

有明海沿岸では河川堤防のみならず、海岸堤防も極めて軟弱な一般に「ヘド」和称される地盤上に構築されるが、かなりの場所で崩壊が発生している。海岸堤防の場合には堤防のリ勾配を極めてゆるくすることで、一応堤防のり面の安定を計ることができるが、河川堤防の場合状況によっては河種の確保のためむやみにのリ勾配をゆるくして堤防の安定を計ることは許されない。また道路盛土のような場合では用地の制約などの条件をとまう。そこで対策として矢板工特に前面柵付き矢板を考へ、設計法の提案と模型実験による矢板の挙動などを検討した。

2. 前面柵付き矢板

ここで提案した矢板は図-1に示すような垂直な矢板の前面に水平な矢板(柵)を剛結させ、柵に垂直力 W を加えることによって土圧 P のため生じる垂直な矢板の曲げ引張応力の緩和を計らんとするものである。

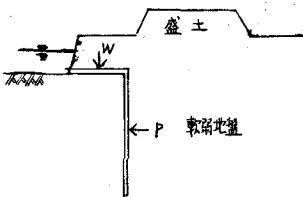
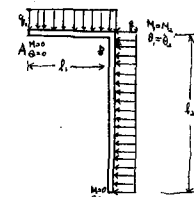


図1. 前面柵付き矢板



(a) 荷重条件と釣合要素

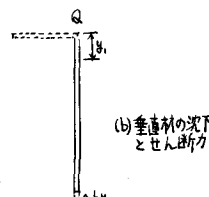
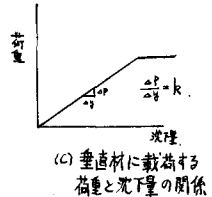


図2. 解析のための計算模型



(c) 垂直材に載荷する荷重と沈下量の関係

(1). 計算法

地盤はすべて弾性床土のはりとして計算法を適用するものとした。

ここで地盤係数 K は垂直方向、水平方向至て同一とし、曲げ剛性 EI に図2(a)に示すような等分布荷重 q_x, q_y を作用させた場合、 $EI \frac{d^4 y}{dx^4} = q - Ky$ で表わされる。 $q = \text{const.}$ の場合の一般解は

$$\text{水平材: } y = e^{\beta x} (A_1 \cos \beta x + B_1 \sin \beta x) + e^{-\beta x} (C_1 \cos \beta x + D_1 \sin \beta x) + \frac{q}{K} \quad \text{①}$$

$$\text{垂直材: } y = e^{\beta x} (A_2 \cos \beta x + B_2 \sin \beta x) + e^{-\beta x} (C_2 \cos \beta x + D_2 \sin \beta x) + \frac{q}{K} \quad \text{②}$$

$$A, B, C, D, A_1, B_1, C_1, D_1: \text{積分定数}, \quad \beta = \sqrt{\frac{K}{4EI}}$$

①②式に図2(a)のように境界条件をいれる。

$$\begin{aligned} \text{A点: } & \left. \frac{d^2 y}{dx^2} \right|_{x=0} = 0, \quad \left. \frac{d^2 y}{dx^2} \right|_{x=0} = 0 \\ \text{B点: } & \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=l} = \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=l}, \quad \left. \frac{d^2 y}{dx^2} \right|_{x=l} = \left. \frac{d^2 y}{dx^2} \right|_{x=l} \\ \text{C点: } & \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=0} = 0, \quad \left. \frac{d^2 y}{dx^2} \right|_{x=0} = 0 \end{aligned}$$

またB点のy軸方向のせん断力とその力によって生じる沈下量との間には図2(c)のような比例関係があるものとする。これを式で表わすとB点のy軸方向のせん断力 $Q = ky$ と表わされることになる。ここで k は矢板の粘着抵抗係数と呼ぶことにする。B点で水平方向に対しても同様にせん断力 $Q_x = k' y_x$ とする。

以上8個の境界条件によって得られる連立方程式から、8個の積分定数を求めそれぞれを①②式に代入するとたわみ式が求まる。

3. 模型実験

図3(a)のように $30 \times 60 \times 20 \text{ cm}$ の実験槽に飽和粘土(ヘド)を入れ水約 0.1 kg/cm の荷重を長期間載荷した地盤を作成

し、厚さ1mmの鉄板を図3(a)のように設置し、盛土荷重に相当する荷重Pをばりかけ物差しとストレインゲージで測定した。

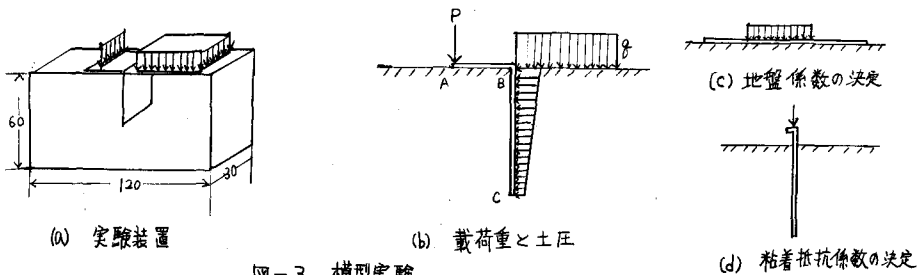


図-3 模型実験

(1) 基本式の模型実験における適用

ブネスクの式により等分布荷重が垂直方向の矢板に及ぼす力は

$$\sigma_z = \frac{P}{\pi} \left\{ -\tan^{-1} \frac{x}{2a} + \frac{\pi}{2} - \frac{2ax}{x^2 + 4a^2} \right\}$$

で表わされる。数値を代入すると図3(b)に示すようなほぼ台形荷重とみなせるような土圧分布となる。

実験における一般式は

$$\text{A-B間} \quad y_1 = e^{\beta x} (A_1 \cos \beta x + B_1 \sin \beta x) + e^{-\beta x} (C_1 \cos \beta x + D_1 \sin \beta x) \quad \text{----- ③}$$

$$\text{B-C間} \quad y_2 = e^{\beta x} (A_2 \cos \beta x + B_2 \sin \beta x) + e^{-\beta x} (C_2 \cos \beta x + D_2 \sin \beta x) + \frac{1}{K} \left(P_A + \frac{P_B - P_A}{l} x \right) \quad \text{----- ④}$$

で表わされる。ここにおける境界条件は、

$$\text{A点} \quad \left. \frac{dy_1}{dx} \right|_{x=0} = -\frac{P}{EI}, \quad \left. \frac{d^2 y_1}{dx^2} \right|_{x=0} = 0$$

$$\text{B点} \quad \left. \frac{dy_1}{dx} \right|_{x=l_1} = \left. \frac{dy_2}{dx} \right|_{x=l_1}, \quad \left. \frac{d^2 y_1}{dx^2} \right|_{x=l_1} = \left. \frac{d^2 y_2}{dx^2} \right|_{x=l_1}, \quad y_1|_{x=l_1} = -\frac{EI}{k} \left. \frac{d^3 y_1}{dx^3} \right|_{x=l_1}, \quad y_2|_{x=l_1} = -\frac{EI}{k} \left. \frac{d^3 y_2}{dx^3} \right|_{x=l_1}$$

$$\text{C点} \quad \left. \frac{d^2 y_2}{dx^2} \right|_{x=0} = 0, \quad \left. \frac{d^3 y_2}{dx^3} \right|_{x=0} = 0$$

これらの境界条件によって8個の積分定数を求め、③④式に代入することによってたわみ式が得られる。

(2) 地盤係数Kの決定

地盤係数Kを求めるため実験地盤上に厚さ1mmのニューラルミン板を水平に設置し、中央点のたわみを測定した。この場合中央点のたわみは①式を適用すると

$$y_0 = \frac{q}{K} (e^{-1.5\beta l} \cos 1.5\beta l - 1) \quad \text{----- ⑤}$$

で表わされる。⑤式に実験のときのたわみの値を代入することにより直接K値を求める。

(3) 矢板の粘着抵抗係数kの決定

図3(d)のように設置した矢板の上に荷重を加え、荷重と沈下量との関係から粘着抵抗係数kを求める。

(4) 基本式に実験条件における諸数値を入れ、計算におけるたわみと実験で測定したたわみと比較する。

4. あとがき

紙面の関係で結果、実験との照合は当日発表したい、また粘着抵抗係数とその適用など今後の残された問題も多い。