

III-418

「せん断弾性支床上の梁」の基礎式について(その2)

東海大学 宇都一馬 冬木 衛 ○佐藤正人
(社)日建経 中央技術研究所 桜井 学

1. はじめに

林、Changによる「弾性支床上の梁」の式は、実用解析法として一般に利用されている。この式の解析定数として用いられているK値は、多くの杭の水平載荷試験を行いながら、載荷幅やひずみ依存性などを考慮して種々の補正が行われ現在に至っている。しかし、この解析法を支配する設計定数であるK値を実物載荷試験の困難な大型構造物へ外挿し適用する場合、不安感をいだく。

そこで、地盤のせん断変形を考慮した「せん断弾性支床上の梁」の基礎式を誘導し、すでに発表した^{1)~4)}その後、二、三の問題点があることに気づいたので、本文では、その基礎式を修正し、今後の見通しについて述べたものである。

2. 基礎式の仮定および誘導

文献1)~4)では、図-1(a)に示す前面地盤の微小要素A、B、C、D、が、A'、B'、C'、D'の様に変形した場合の基礎式については、次のような仮定に基づいて誘導した。

- ① すべり面は、一定方向の傾斜角 α とする。
- ② すべり面上には、平均せん断応力 τ_x が作用する。
- ③ すべり面上のせん断応力は、梁のたわみ角 dy/dx に比例する。

以上の仮定に基づいて誘導した、地中部のたわみ曲線を満足する微分方程式は、(1)式となる。

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} - \frac{G \cdot A_x}{\sin^3 \alpha} \frac{d^2 y}{dx^2} - \gamma \cdot A_x \cos \alpha = 0 \quad (1)$$

(1)式は、地盤のせん断変形を考慮した「せん断弾性支床上の梁」の基礎式である。

一方、図-1(b)を参照して、深さ x における「せん断弾性支床上の梁」のせん断力の釣合を、(1)式およびすべり面上の土塊の自重を考慮すると(2)式のような積分を含む形で表現できることを示した。⁴⁾

$$EI \frac{d^3 y}{dx^3} \sin \alpha - \frac{G \cdot A_x}{\sin^2 \alpha} \frac{dy}{dx} - \int_0^x \gamma \cdot A_x \cos \alpha \sin \alpha dx = 0 \quad (2)$$

この(2)式は、(1)式よりも物理的に理解しやすいものになっており、これを x について微分して整理すれば(1)式と一致する。(2)式も(1)式と同様に地盤のせん断変形を考慮した「せん断弾性支床上の梁」の基礎式であることを示した。⁴⁾

図-1(a)を参照して、水平力を考慮した場合の基礎式は、(3)式となる。

$$EI \frac{d^3 y}{dx^3} \sin \alpha - \frac{G \cdot A_x}{\sin^2 \alpha} \frac{dy}{dx} - \int_0^x \gamma \cdot A_x \cos \alpha \sin \alpha dx + H \cdot \sin \alpha = 0 \quad (3)$$

(3)式を x について微分すると、すべり面の抵抗面積 A_x も深さ x の関数であるので(4)式となる。

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} - \frac{G \cdot A_x}{\sin^3 \alpha} \frac{d^2 y}{dx^2} - \frac{G}{\sin^3 \alpha} \frac{dA_x}{dx} \frac{dy}{dx} - \gamma \cdot A_x \cos \alpha = 0 \quad (4)$$

ここに、 A_x :すべり面の抵抗面積、 H :水平力

G :地盤のせん断弾性係数、 α :前面のすべり面の傾斜角

EI :梁の曲げ剛性、 γ :地盤の単位体積重量

したがって、すでに発表した(1)式は(4)式のように書き改めるべきである。

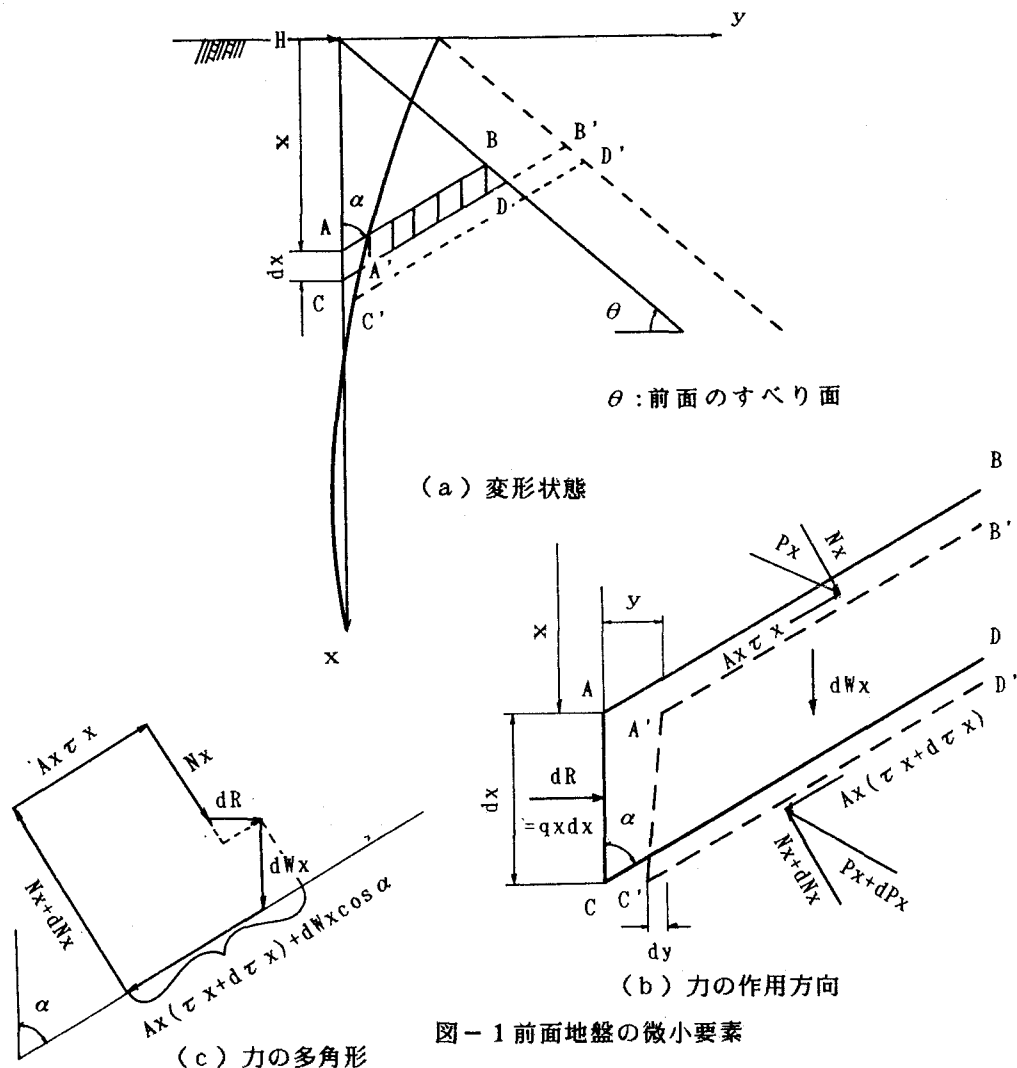
(3)式、(4)式は、水平力が作用した場合の地盤のせん断変形を考慮した「せん断弾性支床上の梁」の基礎式となる。

3. あとがき

以上に「せん断弾性支床上的梁」の基礎式、(3)式、(4)式を示した。(4)式よりも(3)式の方が物理的に理解しやすい形になっている。また、すべり面の抵抗面積 A_x や、地盤のせん断弾性係数 G の非線形性を考慮すれば、この両式の解は数値解析によるよりほかならう。

ただし、本手法は、載荷幅の無限大な二次元問題が取り扱いやすいので、土留め工や、実物載荷実験が不可能に近い巨大な基礎構造物などの水平抵抗の問題を容易に取り扱えるものとおもわれる。

なお、本文では、受動側に焦点をしばって述べたが、本手法は、主動側にも拡張しうるものであろう。



4. 参考文献

- 1) 宇都一馬他：たわみ性よう壁に関する基礎実験、第5回土質工学研究発表会、1970
- 2) 宇都一馬他：土のせん断変形特性に着目した深礎杭の水平挙動、第19回土質工学研究発表会、1984
- 3) 宇都一馬：斜面地盤における調査・設計上の問題点、土と基礎、VOL.33、NO.2、1985
- 4) 宇都、冬木、佐藤、桜井：「せん断弾性支床上的梁」の基礎式について、第24回土質工学研究発表会、1989