

Ⅲ-27 編柵工の水平載荷試験

(株)第一コンサルタンツ 右城 猛・○村岡志郎

1. まえがき

近年、高知県では環境保全とコスト削減を図るため、簡易土留工や簡易落石防護柵として鉄筋と間伐材を利用した木製編柵工が施工されている。しかしながら、木製編柵工の力学特性は明らかにされておらず、合理的な設計ができない状況にあった。そこで、静的水平載荷試験を実施し、木製編柵工の水平荷重と変位の関係を測定したので発表する。

2. 試験の概要

試験に用いた木製編柵工を図1に示す。直径25mm長さ1.5mの異形棒鋼(SD295A)を0.75m間隔で5本地中に鉛直に打ち込み、0.5mの地上突出部に長さ約3.5mの杉の間伐材(直径10~12cm)4本を積み重ねて番線で縛り付けた構造である。編柵工は、異形棒鋼に鋼板の羽根を付けたものと、羽根無しのもの2タイプである。

編柵工を杉立木から約60cm離してその前方へ設置し、立木に反力を取らせて手動用油圧ジャッキで載荷した。羽根付きタイプの場合の荷重-変位関係を図2に示す。

また、鉄筋の残留変形を図3に示す。これは、載荷試験終了後にチェンブロックを用いて引き抜いて調べた結果である。

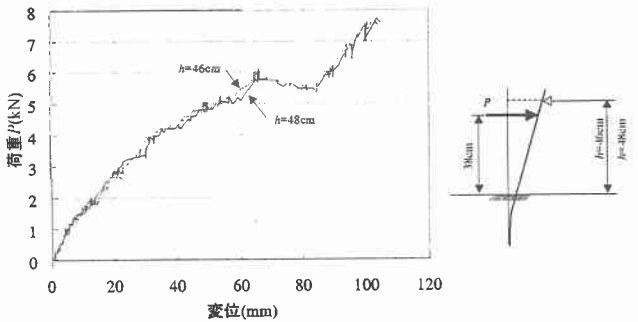


図2 羽根突きタイプの荷重-変位関係

3. アンカー筋の荷重分担率

載荷重は、各アンカーの頭部における残留変形量に比例して分配されたものと仮定すると、各アンカーの荷重分担率は表1のようになる。

表1 各アンカーの荷重分担率

アンカータイプ	頭部残留変形量(mm)			荷重分担率(%)		
	中央	左0.75m	左1.5m	中央	左0.75m	左1.5m
羽根付き	160	122	123	24.6	18.8	18.9
羽根無し	97	92	80	22.0	20.9	18.1

4. 間伐材のヤング係数の逆解析

水平載荷試験の結果、 $P=7\text{kN}$ の載荷時に載荷点で $\delta=0.1\text{m}$ の水平変位を生じていることから、アンカー筋間の水平バネ定数は $K = \frac{P}{N\delta} = \frac{7}{5 \times 0.1} = 14\text{kN/m}$

と推定し、間伐材のヤング係数 E を変化させ、弾性支点で支持された4径間連続梁として各支点の

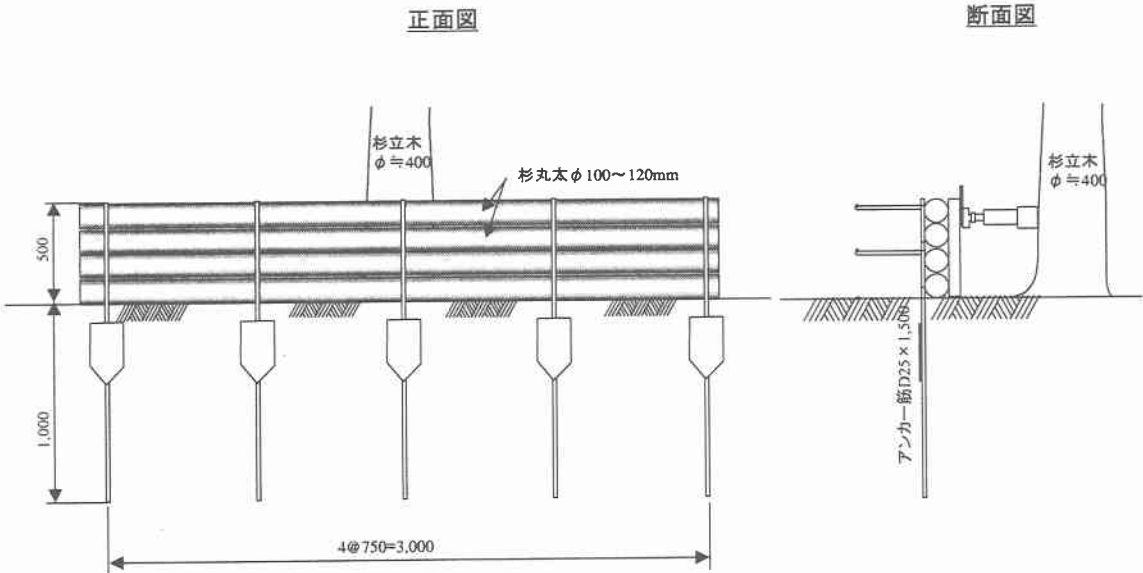


図1 載荷試験装置

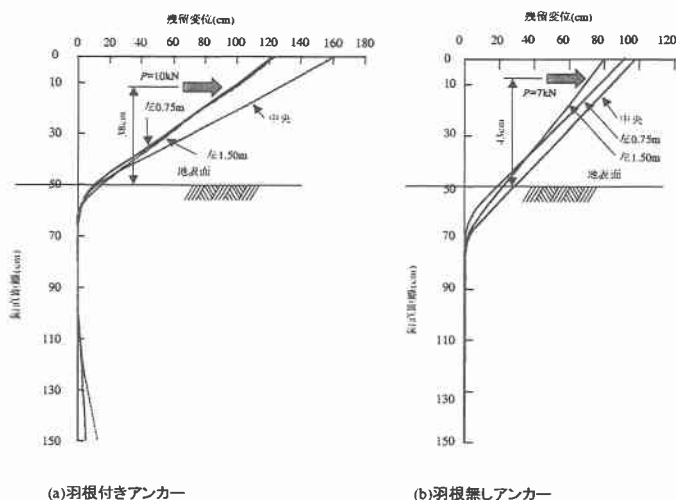


図3 アンカー筋の残留変形

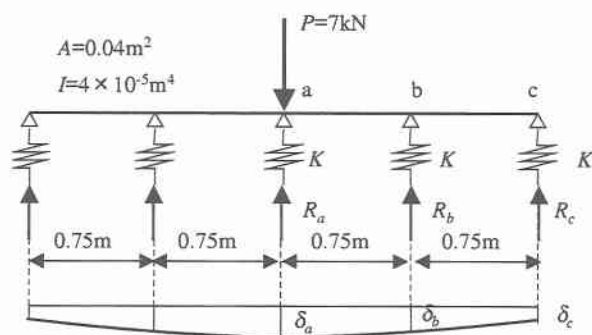


図4 梁モデル

表2 杉のヤング係数と水平変位

ヤング係数 E (kN/m²)	水平変位(mm)			荷重分担率(%)		
	δ_a	δ_b	δ_c	支点a	支点b	支点c
1×10^6	124	109	79	24.8	21.8	15.8
5×10^6	105	102	95	21.0	20.4	19.0
7×10^6	104	101	97	20.8	20.2	19.4
1×10^7	103	101	98	20.6	20.2	19.6

変位量を算定すると表2となる。杉のヤング係数は、一般に $E=500 \sim 700 \text{MPa}$ とされている(土木学会構造力学公式集)が、 $E=100 \sim 500 \text{MPa}$ としたときに、載荷試験値に近い値が得られる。これは、ヤング係数のばらつきというよりも、間伐材の直径が同一でなく $10 \text{cm} \sim 13 \text{cm}$ であることから、この影響が表れたものとも考えられる。

5. 水平地盤反力係数の逆解析

地盤の N 値、水平地盤反力係数 k_H が試験によって求められていないので、アンカーの水平変位が水平載荷試験結果と一致するように林-Chang 式を用いて逆解析で求めた。

羽根無し、羽根付きの両タイプとも載荷重 $P=5 \text{kN}$ で鉄筋の降伏点が見れている。このため、解析にお

ける載荷重は線形弾性計算が可能な降伏荷重とする。ただし、解析は、変位を測定した中央のアンカー筋について行う。中央のアンカー筋1本に作用する荷重は、残留変形から推定された荷重分担率を考慮する。羽根無しタイプの載荷重 $P=5(\text{kN}) \times 0.22=1.1(\text{kN})$ 、羽根付きタイプの載荷重 $P=5(\text{kN}) \times 0.24=1.2(\text{kN})$

アンカー筋の水平変位の計算値が試験結果と概ね一致するような地盤の N 値と k_H を求めると表3となる。ただし、 N 値と k_H の関係は、道路橋示方書Ⅳの経験式を用いた。アンカー筋に羽根を付けた効果が現れている。

表3 逆算 N 値と k_H 値

	逆算 N 値	水平方向地盤反力係数 k_H (kN/m³)
羽根無し	0.9	18,500
羽根付き	1.5	32,500

載荷試験場所は河岸段丘によって形成された平坦地であるので、 N 値 $5 \sim 10$ は期待できる地盤と思われる。それにも関わらず、異常に小さい N 値が逆算された理由は、 k_H の算定式に問題がある。

k_H は、載荷幅依存性、変位量依存性があることが知られている。道路橋示方書の経験式は、橋梁基礎杭を想定し、地表面変位が杭径の1%程度以下の条件で求められたものである。このため、本載荷試験のように極端に直径が小さい杭、あるいは地表面での変位が杭径の60%にも及ぶものには本来適用できない。

図5は N 値1として、杭径と k_H の関係を道路橋示方書の経験式で計算した結果である。同じ N 値であっても杭径が小さくなると k_H の値が極端に大きく評価される。このことは、 N 値からはアンカー筋の k_H を推定することはできないといえる。もしも、 N 値から推定するのであれば実際の N 値でなく割り引いた N 値を使用する必要がある。

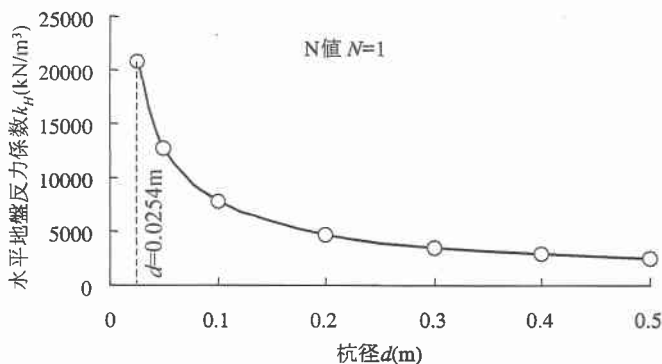


図5 杭径と水平地盤反力係数の関係