

北海道開発局土木試験所 正会員 逢坂 秀俊
同 広瀬 荘八郎
同 正会員 森 康夫

1. まえがき

くい反力の計算および泥下量の推定のさい用いられるくいの軸方向バネ定数(以下 K_V)は、くい頭における単位変位(1 cm)を生じさせる軸方向力で定義されている。その推定式は、過去いくつか提案されてきたが、橋梁関係では次式を用いており

[記号の説明]

$$K_V = \alpha \frac{A_p \cdot E_p}{l} \quad (1) \quad K_V : \text{くいの軸方向バネ定数 (t/cm)} \quad A_p : \text{くいの純断面積 (cm}^2\text{)}$$

α : 地盤の影響係数 E_p : くい体の弾性係数 (t/cm^2) l : くい長 (cm)

上式中の α は、過去の載荷試験の実測 K_V からくい種別ごとに逆算し、くいの掘入れ比 (l/D) との関係で推定する方法をとっている。¹⁾ 本報文では、場所打ちコンクリートぐいの鉛直(軸)方向と二本組ぐいによる水平(軸直角)方向の載荷試験から求めた双方の実測 K_V にもとづき若干の検討を加えた。

2. くい反力におよぼす K_V の影響

変位法による計算において K_V の大きさは、計算くい反力、特にくい頭曲げモーメントの大きさに微妙な影響を与え、くいの中心間隔が狭く、くいの配列数が少ない底板すなわち回転を受けやすい状態の場合、その影響は大きい。

この影響程度を A 現場の設計条件を使い、慣用法と比較して示したのが図-1 である。同図は曲げモーメントに着目し、ブーチングの回転を支配するくい間隔 (B) と K_V に影響するくい長 (l) を変化させ、くい頭が固定とヒンジの場合の最大モーメントを示したものであり、くい間隔が狭くくい長が短いようなブーチングが回転しやすい状態ではくい頭モーメントは小さく、地中部は逆にかなり大きなモーメントを示している。

一般にくいの断面計算において、くい頭が固定とヒンジでモーメントの絶対値を比較して大きな方を用いているが、図-1 の場合、図-1 K_V と曲げモーメントの関係

ほとんどがくい頭ヒンジの状態でくいの断面決定を行なえば良いこととなる。しかし、実際の K_V の値が推定したものより大きくなる場合(たとえば計算による変位がより小さくなる時)くい頭部のモーメントがくい頭ヒンジの場合より大きく危険側となることが考えられ、適正な K_V の推定が必要となってくる。

3. 載荷試験結果

タサイクルの載荷試験を実施すると図-2 のような載荷力-変位曲線が得られる。この結果から K_V は曲線の外々包括線の割線勾配によって与えられるとして、道内 6 現場の載荷試験結果から求めた K_V を変位との関係で示すと図-3 のようになる。また図-4 は A 現場で実施した二本組ぐいの水平載荷試験結果をもとに(前後趾ぐいの平均値として) K_V を逆算し、単ぐいの鉛直載荷試験によって求めた

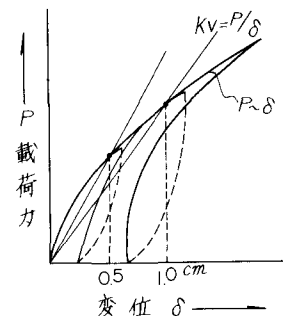
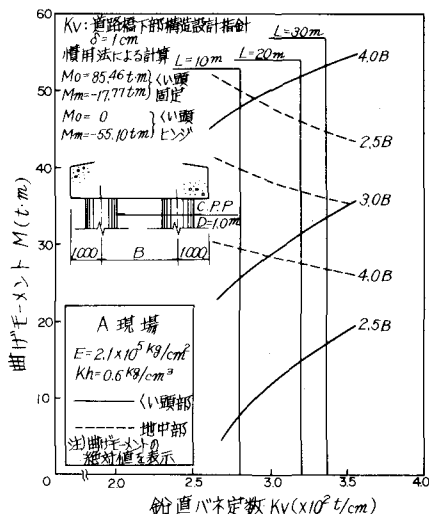


図-2 鉛直バネ定数の説明

Kvと対比して変位との関係で示したものである。図-3~4にはKvが変位に逆比例することから変位 $\delta_0 = 1.0\text{cm}$ に対応するKvを基準Kv(K_{v0})とし任意の変位(δ)に対するKvを $K_v' = K_{v0}/n\delta$ で表わしその関係も示してある。この結果Kvは変位0.5cm以上でば600~1000 $\frac{\text{t}}{\text{cm}}$ となるが、場所打ちコンクリートぐい($D=1000\text{mm}$)の設計荷重及びそれにもなう変位は一般に小さく基準Kvに補正を施すことが必要となってくる。その場合、水平地盤反力係数 K_H の場合と同じく変位の n 乗に逆比例するものとして $n=1/4 \sim 2/3$ (平均値 $1/2 \sim 1/3$)をとる。

また組ぐいの水平載荷試験から求めた平均Kvと変位との関係と単ぐいの鉛直載荷試験から求めたものとの間には、ある程度の連続性が見られ、鉛直載荷試験(あるいは組ぐいの水平載荷試験)から求めたものは変位の大きさを考慮し補正を施すことによって適用可能となる。なお図-3において変位が0.25cm前後と小さくてもKvの値が著しい増加を示すもの($n=2/3$ をとるもの)は少なく、これはある程度施工過程に生ずる地盤のゆるみ、くい先端のスライムの存在などによって生ずる現象と思われる場所打ちコンクリートぐいのKv算出にあたっては特に注意すべき点と思われる。

Kvの推定精度を高めるには基準Kv値を適確に推定することが必要となってくるが、推定式として(1)式を用いることとし、式中の影響係数(q)を指針によったものと有限要素法によったものとの2者で計算し対比してみた。図-5はその結果であり、変位0.5cmの場合について示してあるが、図によると総じて根入比 l/D のみでまとめた指針による(変位による補正を加えた)ものは、小さめの値を与えるようであり、周辺地盤をある程度考慮してまとめた有限要素法によるものは、くい周面地盤の N 値を適確に把握できれば、比較的良好な相関性を有していることがわかった。

4. あとがき

今回は特に低めの値を与える場所打ちコンクリートぐいのKvについて述べたが、Kvの推定は計算くい反力すなわち基礎ぐいの安定性に大きな影響を及ぼすことから、より適確な推定が必要であり、周辺地盤の強度、変形特性を考慮のうえ基準Kv値を算出し、変形の大きさを勘案して補正する方法が良いものと考えられる。データ処理にあたっては、特に場所打ちコンクリートぐいの場合、例えば弾性係数の値等くい材および断面の評価に関する根本的な問題もあり、その点も含めよりデータ数を増し早急に検討を進めていく必要があろう。

参考文献：1)日本道協協会：道路橋下部構造設計指針・同解説、くい基礎の設計篇、1976、8、P50~53

2)吉田 巖 外8名：杭基礎の設計実技とその解説、建設図書、P367~370

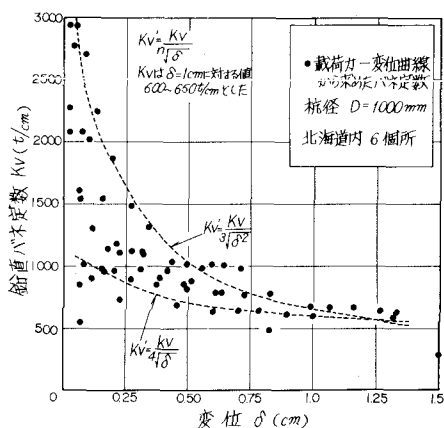


図-3 くい頭変位とKvの関係

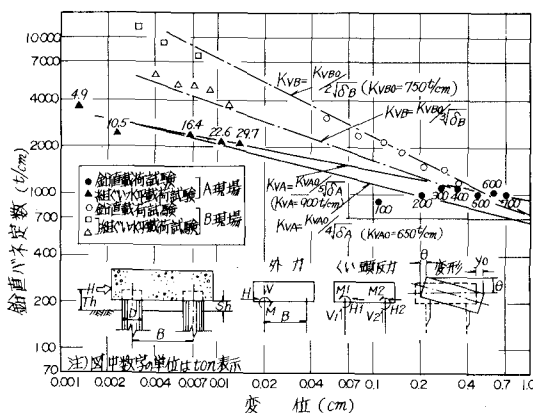


図-4 組ぐいの変位とKvの関係

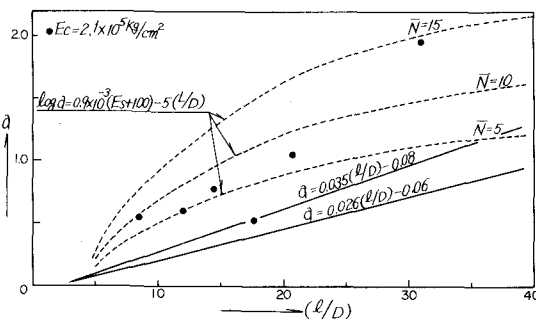


図-5 ぐいの根入れ比と地盤の影響係数の関係