

# 逆T型擁壁の土圧評価法の現状と問題点

(株) 第一コンサルタンツ 正員 右城 猛  
 (株) 第一コンサルタンツ 正員 ○片岡寛志  
 (株) 第一コンサルタンツ 正員 矢野光明  
 高 知 大 学 正員 小椋正澄

## 1. まえがき

道路擁壁の設計は、「道路土工・擁壁・カルバート・仮設構造物工指針」<sup>1)</sup> (以後、土工指針と呼ぶ) に基づいて行なわれている。従来、土工指針では擁壁の土圧評価にテルツァーギの土圧算定図表を採用していたが、地震時の土圧を評価することができないこと、壁面が後方へ傾斜した擁壁 (もたれ式擁壁) には適用できない等の理由で、昭和62年の改訂以降はクーロン系土圧理論に基づいた数値解析法である試行くさび法を用いるものとしている。

本論文は、試行くさび法による逆T型擁壁の土圧評価法の問題点について検討を行なったものである。

## 2. 土工指針の土圧評価法と問題点

土工指針では擁壁の土圧評価式として試行くさび法である (1) 式を採用している。

$$P_A = \frac{\sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \alpha - \delta)} \cdot W \quad \dots\dots\dots (1)$$

試行くさび法は重力式擁壁のように1つのすべり面が壁面に沿って発生する場合、すなわち、2つの主働すべり面のうちの1つのすべり面が特定される場合のみ適用できるものであり、逆T型擁壁のようにかかと版を有する擁壁においては直接適用することができない。土工指針では便宜上、底版後端に鉛直の仮想背面を想定し、この面があったかもし壁面であるかのようにみなすことによって試行くさび法を適用するものとしているが、仮想背面は主働すべり面ではないので、クーロン系土圧理論ではこの面の壁面摩擦角を特定することができない。このため壁面摩擦角に関してはランキン系土圧理論を適用し、 $\delta = \beta$ とするものとしている。壁面が鉛直の場合、試行くさび法で $\delta = \beta$ とした解はランキン式の解と一致する。従って、仮想背面を想定し、背後に試行くさび法を適用することは理論上問題はない。

ところが、ランキン系土圧理論が適用できるのは地表面が水平か一様勾配の場合に限られるため、土工指針では嵩上げ盛土を有する場合の地表面勾配を図-1 (b) のように仮定することによって、一様勾配と同様の取り扱いをすることになっているが、これの理論的根拠は明らかでない。

また、土工指針では仮想背面位置での土圧分布を三角形分布と仮定するものとしている。この仮定は地表面が水平か一様勾配である場合には理論的に成立するが、嵩上げ盛土がある場合には成り立たない。図-2は仮想背面位置での嵩上げ盛土高比 ( $h_0/h$ ) と常時の主働土圧係数  $K_H$ 、 $K_V$  の関係について、土工指針の土圧評価法に基づいて作成したものである。なお、主働土圧係数は (2) 式のように定義している。

$$K_H = \frac{2 P_A \cdot \cos \delta}{\gamma \cdot h^2}, \quad K_V = \frac{2 P_A \cdot \sin \delta}{\gamma \cdot h^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

図-2から明らかのように、主働土圧係数は嵩上げ盛土高比に応じて変化している。このことは、土圧分布

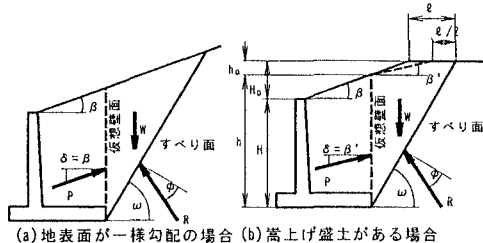


図-1 仮想背面と壁面摩擦角

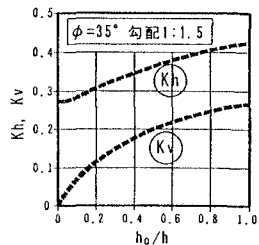


図-2 主働土圧係数

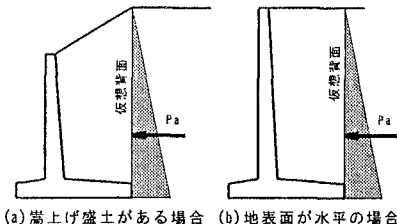


図-3 擁壁高が異なる場合の土圧評価

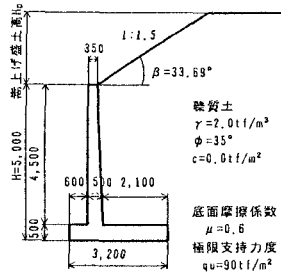


図-4 検討擁壁断面

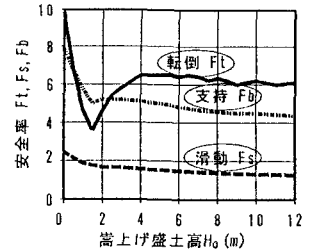


図-5 安定計算結果

が非線形となることを意味するものであり、明らかに前述の仮定と矛盾する。さらに、図-2において主働土圧係数の鉛直成分 $K_v$ は $h_0/h = 0$ において0となっている。これは、土圧評価において仮想背面より前方の地表面を常に水平とみなすことを意味する。すなわち、図-3の(a)と(b)では明らかに異なるのであるが、土工指針の土圧評価法では同一の土圧を与えることになる。

### 3. 試行くさび法を安定計算へ適用した場合の問題点

図-4は建設省制定標準設計図集<sup>2)</sup>に掲載されている、擁壁高 $H = 5.0$  m、嵩上げ盛土高 $H_0 = 2.5$  m用の逆T型擁壁である。この擁壁について、嵩上げ盛土高を0から1.2 m迄変化させて安定計算を行った結果を図-5に示す。ただし、安定性は(2)式で評価している。

$$\text{転倒} F_t = \frac{B}{2e} \geq 3.0, \quad \text{滑動} F_s = \frac{V}{H} \cdot \mu \geq 1.5, \quad \text{支持} F_b = \frac{qu}{q_{max}} \geq 3.0 \quad \dots\dots (3)$$

ここに、 $B$ ：フーチング幅、 $e$ ：荷重の合力の偏心量、 $\mu$ ：底面の摩擦係数、 $V$ ：鉛直荷重、 $H$ ：水平荷重、 $qu$ ：地盤の極限支持力度、 $q_{max}$ ：最大地盤反力度である。

滑動、支持力の安全率 $F_s$ 、 $F_b$ はいずれも嵩上げ盛土の増加と共に減少し、ランキン土圧による地表面勾配が $\beta$ で一樣勾配の安定計算結果に収束するものの、転倒の安全度 $F_t$ は $H_0$ が1.44 mのとき、すなわち盛土の法肩がフーチングのかかと直上に位置するとき( $h_0 = 0$ )極端に小さい値を示す。また、滑動、支持力の安全率もこの位置で不連続に変化する。

図-6は高さ9 m、1.1 m、1.3 m、1.5 mの4種類の逆T型擁壁について安定計算を行ない、嵩上げ盛土高と構造安定上の必要底版幅の関係を示したものである。ただし、設計条件は $\beta = 33.69^\circ$  (1:1.5勾配)、 $\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ 、 $\phi = 35^\circ$ 、 $\mu = 0.7$ 、 $qu = 180 \text{ t/m}^2$ としている。

所定の安全率を確保するために必要な底版幅は、嵩上げ盛土がある値の時に最大を示し、それを超えると減少する。これは、前述の検討で明らかにしたように嵩上げ盛土の法肩がかかと直上に位置するとき転倒に対する安全度が極小値を示すことに原因している。

### 4. 結論

土工指針に基づいた試行くさび法を適用して嵩上げ盛土を有する逆T型擁壁の安定計算を行なうと、嵩上げ盛土の肩が底版かかと直上に位置するとき、転倒に対する安全度が極小値を示すと共に、その位置で滑動支持力の安全率が不連続に変化する。このことは、ある嵩上げ盛土高で設計された逆T型擁壁を、嵩上げ盛土の低い箇所に適用すると安定性が保証されないことを意味するものであり、極めて不合理な結果が得られることが明らかになった。

【参考文献】(1) 日本道路協会：道路土工・擁壁・カルバート・仮設構造物工指針，1987. 5

(2) 全日本建設技術協会：建設省制定土木構造物標準設計第2巻，擁壁類，1987. 7