

# R - PUR工法「フレ - ムタイプ」新構造体の設計法

ウレタン土木技術研究会

熊野 壽明

イノアック特材(株) 正会員

三田部 均

イノアック特材(株)

遠藤 大輔

## 1. はじめに

現場発泡ウレタン軽量盛土工法「R-PUR 工法」は、現場で硬質ウレタン樹脂を発泡させ盛土体を構築するという新しい軽量盛土工法の1つとして、1990年に世界で初めて試験施工が実施された。2000年にはノンフロントタイプ「フォ - ムライト W」を開発し、更に環境に優しい軽量盛土工法として、山岳道路の新設・拡幅工事に数多く採用されてきた。ただし、道路形状（盛土形状）によっては、現行構造（杭・アンカ - タイプ）では経済的理由等により不向きであったケ - スも見られたため、その軽量性、施工性に加え経済的利点も得られることを目的とし、R-PUR 工法での新たな構造形として「フレ - ムタイプ」を確立した。断面構造を図-1に示す。

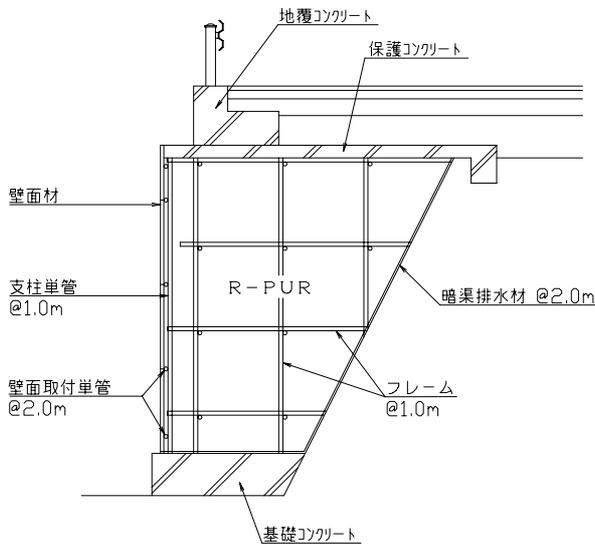


図-1

フレ - ムタイプにおける応力および変位についてはFEM解析を行い問題無いことが報告されている<sup>1)</sup>。

そこで今回、R-PUR 工法「フレ - ムタイプ」新構造体の設計法について発表する。

## 2. 設計上の留意点

### 2-1. 概要

現行構造では、周辺部材（杭・アンカ - 等）にて構造体全体を安定させている。フレ - ムタイプでは、

盛土体全体の安定計算（転倒・滑動・地盤支持）について、検討を行い照査するものとする。

### 2-2. 設計の手順

設計手順および内容については、図-2の通りである。

設計条件入力

ウレタン圧縮応力度検討

外力と荷重の集計

盛土体の安定検討

完了

図-2

### 2-3. 構造設計および安定計算

#### ウレタン圧縮応力度検討<sup>2)</sup>

圧縮応力度の検討については、ウレタンのみで上載荷重を受け持つこととし検討を行うものとする。

圧縮応力は、式(2-1)で算出する。

$$v = q + V \quad \dots(2-1)$$

$$q = \frac{p \cdot (1+i)}{(B+2 \cdot Z \cdot \tan \theta) \cdot (L+2 \cdot Z \cdot \tan \theta)} \quad \dots(2-1)$$

$\Sigma v$ : 圧縮応力度( $kN/m^2$ )      $V$ : 死荷重( $kN/m^2$ )

$q$ : 活荷重( $kN/m^2$ )      $P$ : 輪荷重( $kN$ )

$B$ : 車輪輪帯幅(0.2m)      $L$ : 車輪接地長(0.5m)

$Z$ : 路面から硬質ウレタン上面までの深さ(m)

$\theta$ : 荷重分散角度( $45^\circ$ )      $i$ : 衝撃係数(0.3)

圧縮応力に対する検討では、式(2-2)を満足しなければならない。

$$v < a \quad \dots(2-2)$$

$a$ : 許容圧縮応力度( $60kN/m^2$ )

#### 外力と荷重の集計

次に挙げる荷重を考慮し検討するものとする。

(1)自重     : ウレタン、鋼製フレーム、地覆コンクリート、舗装部、保護コンクリート、基礎コンクリート

(2)載荷重

(3)土圧     : 背面土圧

#### (4)地震の影響

必要に応じ、以下に挙げる荷重についても考慮する必要がある。

- ・水圧および浮力、雪荷重、風荷重、衝突荷重  
盛土体の安定検討

盛土体の安定性に対する照査方法<sup>3)</sup>については、背面地山の地盤反力についても考慮し、検討するものとする。

- ・盛土体の安定性は、常時および地震時について照査するものとする。
- ・照査項目については、転倒、滑動、地盤支持力について行う。
- ・荷重の組み合わせは、下記を標準とする。  
常時：自重+常時主働土圧(上載荷重考慮)  
地震時：自重+自重の慣性力+地震時主働土圧
- ・安定性に対する安全率は、表-1に示す値とする。

検討項目	常時	地震時
転倒	1.5	1.2
滑動	1.5	1.2
支持力	3.0	2.0

表-1

#### (1)転倒に対する安定性の照査

転倒の安全率は、式(2-3)で算出する。

$$F_m = \frac{M_r}{M_o} \quad \dots(2-3)$$

$F_m$  : 転倒に対する安全率

$M_r$  : 抵抗モーメント( $kN/m$ )       $M_o$  : 転倒モーメント( $kN/m$ )

転倒に対する検討では、式(2-4)を満足しなければならない。

$$F_m < F_{sa} \quad \dots(2-4)$$

$F_{sa}$  : 転倒に対する安全率

#### (2)滑動に対する安定性の照査

滑動の安全率は、式(2-5)で算出する。

$$F_s = \frac{Q_V}{Q_H} \mu \quad \dots(2-5)$$

$F_s$  : 滑動に対する安全率

$Q_V$  : 擁壁底面の鉛直地盤反力( $kN/m$ )

$Q_H$  : 擁壁底面の水平地盤反力( $kN/m$ )

$\mu$  : 擁壁底面と支持地盤の間の摩擦係数

滑動に対する検討では、式(2-6)を満足しなければならない。

$$F_s < F_{sa} \quad \dots(2-6)$$

$F_{sa}$  : 転倒に対する安全率

#### (3)地盤支持力に対する安定性の照査

本構造のような逆台形型では、背面が後方へ傾斜している。このような場合、荷重の合力が擁壁底面のミドルサードあるいは底面そのものからはずれ地盤反力が算定できないことが生じる。よって、地盤反力は背面と底面がバネで支持されているものと仮定して地盤反力係数法(変位法)によって算定することとする。

地盤支持力の安全率は、式(2-7)で算出する。

$$F_b = \frac{q_d B_e}{Q_V} \quad \dots(2-7)$$

$F_b$  : 地盤支持力に対する安全率

$q_d$  : 擁壁底面の地盤反力の偏心傾斜を考慮した  
極限支持力度( $kN/m^2$ )

$B_e$  : 底面の有効載荷幅( $m$ )

$Q_V$  : 擁壁底面に発生する鉛直地盤反力度( $kN/m^2$ )

地盤支持力に対する検討では、式(2-8)を満足しなければならない。

$$F_b < F_{sa} \quad \dots(2-8)$$

$F_{sa}$  : 地盤支持力に対する安全率

### 3.まとめ

R-PUR 工法「フレームタイプ」の設計法について基本的な流れを述べた。「フレームタイプ」はR-PUR 工法の現行構造に取って代わるものではなく、工法の一つの選択肢として幅広い条件下での現場対応が可能となった。

#### 参考文献

- 1) 加藤雅士,中村和弘,遠藤大輔,大上俊之:単管を併用した現場発泡  
ウレタン盛土工法、平成19年度土木学会中部支部研究発表会講演概  
要,2008.3
- 2) (財)土木研究センター:現場発泡ウレタン超軽量盛土工法、設計・施工  
マニュアル、平成20年4月、p.30
- 3) (社)土木学会四国支部:大型ブロック積み擁壁、設計・施工マニ  
ュアル、平成16年6月