

R-PUR 工法「フレームタイプ」新構造体解析結果

ウレタン土木技術研究会 加藤 十良
イノアック特材㈱ 遠藤 大輔
○ウレタン土木技術研究会 三田部 均
イノアック特材㈱ 大宮 吉智

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軽量盛土工法の1つとして、山岳道路の新設・拡幅工事に数多く採用されてきた。今回 R-PUR 工法での新たな構造形として「フレームタイプ」を確立した。その FEM 解析¹⁾、設計法²⁾及びクリープ特性³⁾については既に発表されている。今回 2009 年 9 月に実施した試験施工⁴⁾における計測値と FEM 解析結果との比較を行い、実現場への適用を考えるものである。

2. 試験施工概要

試験施工は 2009 年 9 月に静岡県内にて行った。盛土高さ 2.35m、背面勾配 1 : 0.5、単管によるフレームは鉛直単管 1.0m 間隔、水平単管は 1.0m 間隔と 2.0m 間隔で設置し、一部補強（斜材）を設置した。内部には土圧計およびひずみゲージ等の計測器を設置し、データを計測している。

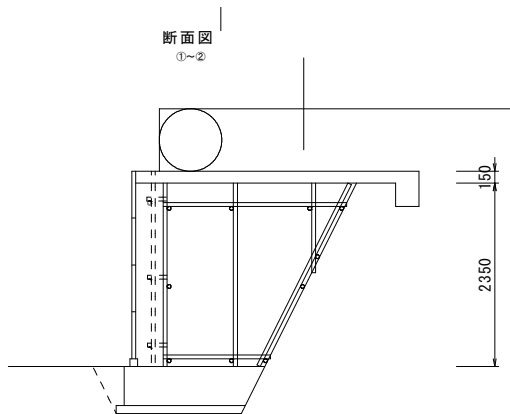


図-1



写真-1

3. 計測結果

FEM 解析では今回の現場とほぼ同じ形状の断面について FEM 解析を行っている。この結果と今回の試験結果、特に変位と単管に発生する応力について比較する。なお今回の測定結果と FEM 解析では活荷重の有無等の差異があるがそのことについては後述する。

3-1. 単管応力

もっとも条件的に厳しい水平単管間隔の広い鉛直単管について比較する。単管の応力はフックの法則により $\sigma = E \times \varepsilon$ にて算出した。今回の現場及び FEM 解析の上載荷重条件及び単管の最大応力を表-1 に示す。

今回上載荷重以外の条件は高さが若干異なるが軽量のウレタンは鉛直方向にはほとんど影響を与えないため条件はほぼ等しいといえる。

単管に発生した応力は上載荷重の影響を受ける鉛直単管が水平単管より大きく出ている。試験施工は活荷重の荷重がない状態であり、FEM 解析との間に上載荷重の差異が生じている（表-1）。

鉛直単管応力が上載荷重に比例するとすれば

$$\sigma = 101 / 27.675 \times 18.875 = 68.9$$

(N/mm²)

となり計測結果とほぼ一致する。また、試験施工における設計上の鉛直単管応力は 68.3kN/m² であり、試験施工結果とほぼ一致した。

表-1 試験結果

	上載荷重 (kN/m ²)	単管応力 (N/mm ²)
FEM 解析	27.675	101
試験施工(鉛直単管)	18.875	67.9
試験施工(水平単管)	18.875	50.0

水平方向単管は鉛直方向単管に比べて、作用応力は小さく応力的には問題ないと思われる。

3-2. 沈下状況

データ採取時に沈下状況を計測した。盛土部の谷側は上部の盛土が崩れており、中央部に比べ沈下が若干大きい。中央部の沈下は約 800 日で 4.0mm であった。クリープ試験³⁾の結果によれば、「フレームタイプ」のクリープはフレームのない標準に比べ約 1/10 である。現在従来構造にて施工を行った現場において、沈下が発生していないことから考えると、路面沈下の可能性は少ないと思われる。

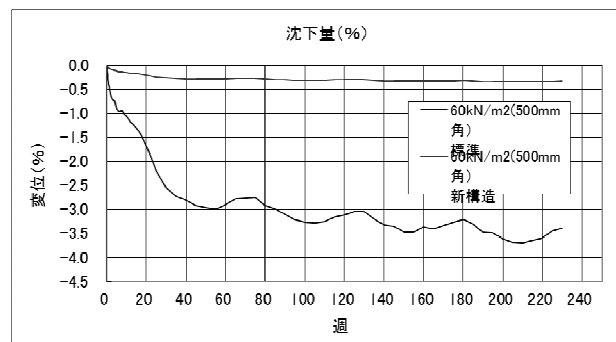


図-2 クリープ試験結果

4. 実現場への適用範囲

現状で「フレームタイプ」を現場へ適用する場合その特性から①ある程度の地耐力が必要、②基礎部が急斜面ではないことが、適用条件になる。また FEM 解析結果と試験施工の結果から「フレームタイプ」の適用はウレタン高さ 3.0~5m 程度、背面角度 45° 以上であれば問題なく適用できると推定される。また適用範囲を広げるためには、条件を絞って FEM 解析を行うこと、または補強材を追加することにより適用範囲を定めていくことが必要となると思われる。

5. まとめ

今回 R-PUR 工法「フレームタイプ」の試験施工での計測結果と FEM 解析結果および設計上の応力の比較を行った。現状では解析結果を踏まえて実用することは問題ないと思われる。「フレームタイプ」は従来工法に比べ、経済的および工期的には有利であるが、すべて従来工法にとって代わるわけではなく、今後従来工法との使い分けや適用条件を明確にし、実現場への適用を行うこととなる。

参考文献

- 1) 千徳 嘉親, 熊野 壽明, 三田部 均, 大上 俊之: 単管パイプを用いた現場発泡ウレタン盛土工法, 平成 20 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 2009.3
- 2) 熊野 壽明, 三田部 均, 遠藤 大輔: R-PUR 工法新構造体「フレームタイプ」の設計法, 平成 20 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 2009.3
- 3) 熊野 壽明, 三田部 均, 古橋 健: R-PUR 工法新構造体「フレームタイプ」のクリープ特性, 平成 20 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 2009.3
- 4) 加藤 十良, 遠藤 大輔, 三田部 均: R-PUR 工法新構造体「フレームタイプ」の試験施工, 平成 21 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 2010.3