

R-PUR 工法「フレームタイプ」現場計測結果

ウレタン土木技術研究会 加藤 十良
 ○ウレタン土木技術研究会 三田部 均
 (株)イノアック住環境 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。

R-PUR 工法「フレームタイプ」はその軽量性、施工性に加え経済性も得られることを目的として2007年より検討を開始し、FEM解析¹⁾、設計法²⁾及びクリープ特性³⁾、試験施工^{4),5)}について既に発表されており、2014年1月には実現場での施工が行われている。



写真-1 現場遠景

2. 現場概要

施工は2014年1月に長野県天竜村地内の国道418号で実施された。現場は10tダンプの往来が多い道路である。盛土高さ約1.44~2.35m、延長は11.70mの道路拡幅盛土である。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間隔で設置し、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、データ計測を実施した。標準断面図及び計測器設置状況を下図に示す。

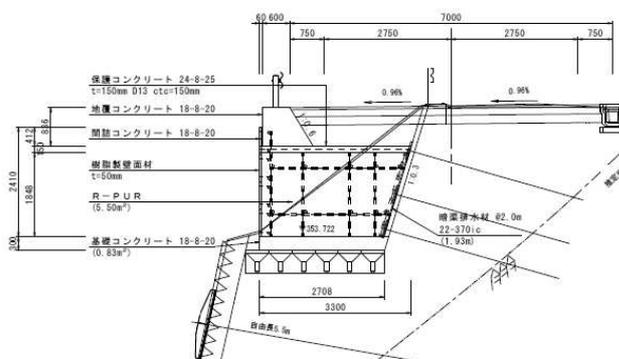


図-1 標準断面図

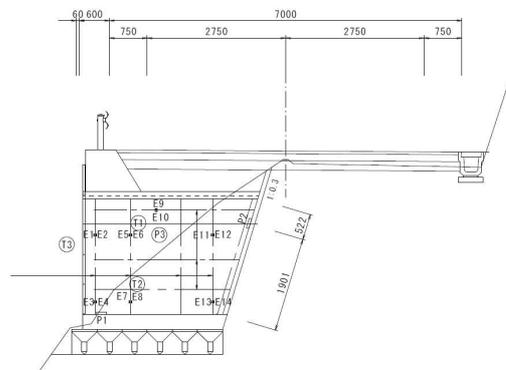


図-2 計測器設置状況

3. 計測結果

計測を実施するに当たり、事前にFEM解析を行っている。この結果と今回の計測結果、また過年度実施した試験施工結果について比較する。

3-1. ウレタン作用応力

ウレタンの底面、側面、背面に土圧計を設置し、圧力を計測した。計測結果を表-1に示す。ウレタン作用圧力は全て解析値より小さくなっている。これはウレタンが単管に接着しており、作用力が小さくなったものと思われる。

表-1 試験結果(圧力：最大値)

	底面 (kPa)	背面 (kPa)	側面 (kPa)
FEM 解析(10kN/m ²)	8.04	8.04	4.95
FEM 解析(T-25)	7.23	7.23	4.42
測定値	0.24	0.70	0.69

3-2. 単管応力

ウレタン内フレームに設置したひずみゲージにより計測された単管作用応力を表-2に示す。応力は $E=2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ としてフックの法則により算出した。水平単管の作用応力は、解析値、計測値ともに非常に小さいため、鉛直単管応力の結果を示す。

単管応力は解析値に比べ測定値が10%程度上回っている。これはウレタンが単管に接着することで、ウレタン接触面への圧力として発現せず、単管に作用したためと思われる。このことは、圧力計の計測結果が解析値より小さいことが反映された結果となっている。また試験施工時より単管応力が計測値(試験施工: 69.7 N/mm^2)、解析値(試験施工: 68.9 N/mm^2)ともに小さくなっているが、これは試験施工結果を踏まえ、単管間隔を2mと1mの混在から1mに統一したためと思われる。なお、最大値の発生位置は測定結果、解析結果、試験施工共に一致している。地震時解析の単管応力最大値は 9.05 N/mm^2 であり応力的には安全といえる。

表-2 試験結果 (単管応力: 最大値)

	鉛直単管応力 (N/mm^2)
FEM 解析(10 kN/m^2)	26.49
FEM 解析(T-25)	23.83
測定値	30.34

3-3. 沈下状況

データ採取時に沈下状況を計測した。沈下量は約1000日で2.0mmであった。路面状況もクラック等見られず供用開始後から良好な状態を保っている。クリープ試験結果³⁾では、フレームタイプのクリープは通常の現場発泡ウレタン軽量盛土工法に比べ1/10程度であり約40週で収束している。また、壁面材、基礎も変状は認められなかった。このため、今後大きな変状生じないものと思われる。



写真-2 路面状況(約950日経過)

4. まとめ

今回 R-PUR 工法「フレームタイプ」の実現場での計測結果と FEM 解析結果および試験施工との比較を行った。これまで、FEM 解析を実施のうえ構造計算方法を確立した。またクリープ試験、試験施工により実際の現場における長期的な安定性の確認を行い、今回実現場での解析、施工、計測を実施し実現場でも適用が問題ないことを確認した。今後、施工が容易なフレームタイプを用いて道路災害等での早期復旧、早期解放を目的として開発を進める予定である。

参考文献

- 1) 千徳 嘉親, 熊野 壽明, 三田部 均, 大上 俊之: 単管タ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
- 5) 加藤 十良, 遠藤 大輔, 三田部 均, 大宮 吉智: R-PUR 工法新構造体「フレームタイプ」新構造体解析結果, 平成 24 年度土木学会四国支部研究発表会講演概要集, 2012.5