

三次元動画 (Virtual Reality) 技術を用いた砂防事業の住民説明

原田 紹臣, ○木下 悦男, 田端 和美 (三井共同建設コンサルタント株式会社)
 里深 好文 (立命館大学理工学部)
 中谷 加奈 (京都大学大学院農学研究科)
 水山 高久 (政策研究大学院大学)

1, はじめに

近年、地球温暖化の影響等により集中豪雨に伴った土石流被害が全国的に多く報告されており、一層の砂防堰堤等によるハード対策（事業化）が求められている。ただし、砂防事業の推進には地域住民の理解が必要となり、その理解の程度に応じて事業の進捗が左右されることもあるため、わかりやすい住民説明資料の作成が重要となる。

一般的に、砂防事業の実施に際して地域住民を対象に事業の必要性、構造物の概要ならびに施工状況等に関する説明会が事前に開催される（図-1）。ただし、これまでの説明会においては、設計図面を加工して簡易に作成された二次元情報で示され、その概要について理解が困難な参加者から詳細な追加説明を求められることも多い。

一方、近年の土木設計分野等において、CIM (Construction Information Modeling)による三次元設計等の活用が推進されている。そこで、本稿では CIM の更なる応用として、三次元動画技術 (VR : Virtual Reality) ¹⁾を用いた砂防事業に関する住民説明資料の作成を提案する。なお、砂防堰堤の必要性 (土石流による被害範囲予測や砂防施設効果検証) に関する説明については、それぞれ既往の土石流氾濫モデル ^{2),3)}による検討結果を VR 上で表現している。

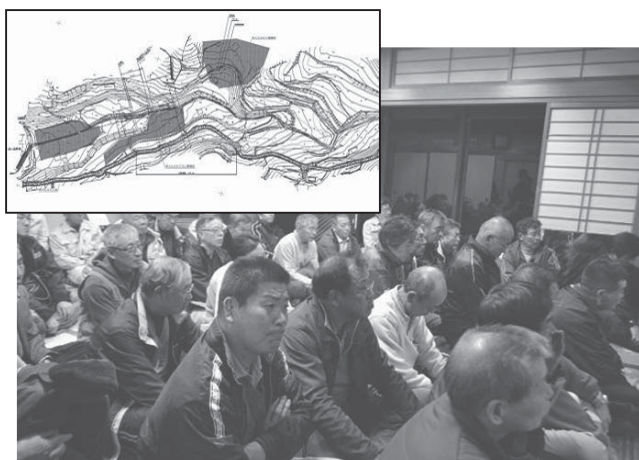


図-1 従来までの一般的な住民説明会 (二次元の図面による説明)

2, 砂防施設の施設効果検証予測手法の概要

砂防施設の効果検証に用いたモデルの概要を以降に示す。基本的なモデルの構成は、従来のモデル ³⁾と同様にスタッガード・スキームにより計算する。その際、水深や河床位を算出するスカラー量と流量や流速を算出するベクトルは、それぞれ上下流方向に移動させた配置により設定する。流速計算地点 (u_i) における水深については、風上側 (h_i) を用いて計算する。堰堤地点の水深計算に関して、堰堤直上流の河床位が堰堤天端高を超えている場合はその水深を堰堤地点の水深とする。一方、堰堤直上流の河床位が堰堤天端高を超えない場合は、堰堤直上流の水位と堰堤天端高との砂を堰堤地点の水深としている。なお、堰堤直上流の水位が堰堤天端高を超えない場合は、堰堤地点の水深を最小水深に等しいものとし、流速を 0 と仮定している。これより、水深 h_i は式(1)のとおりである ²⁾。

$$h_i = \begin{cases} h_i + z_i - z_d & (h_i + z_i - z_d \geq 0) \\ 0 & (h_i + z_i - z_d < 0) \\ h_i & (z_i > z_d) \end{cases} \quad (1)$$

ここに、 h_i は堰堤の直上流に位置するスカラー量評価点における水深、 z_i は h_i と同じ地点における河床位である。流れを計算する際の堰堤上流における水面勾配 θ_w は、上流側断面の水位と堰堤天端高より式(2)のとおりである (図-2)。

$$\theta_w = \tan^{-1} \left\{ \frac{h_i + z_i - z_d}{\Delta x / 2} \right\} \quad (2)$$

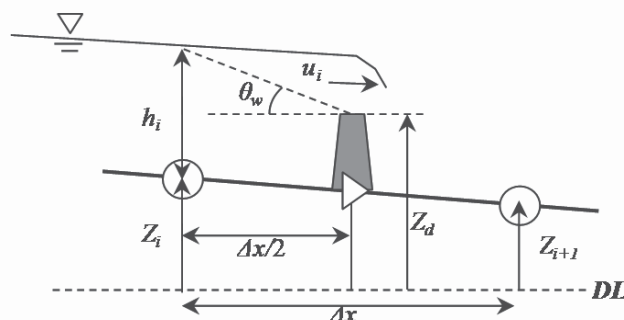


図-2 砂防堰堤地点における変数の配置と水面勾配の設定 ²⁾

3. VR を用いた砂防事業の住民への説明資料

今回、事業の住民説明向けに作成した動画の一部（ただし、静止画）を図-3 から図-7 までに示す。今回対象とする地区における土石流危険渓流から保全対象までの状況を図-3 に示す。図-3 に示されるとおり、谷出口付近から海岸までの距離が短く、保全対象には住宅、幹線道路、新幹線が存在する。モデル³⁾により計算された土石流氾濫解析結果を地形上に表現し、土石流発生時における被害リスクを示したものを図-4 に示す。計画する砂防堰堤の規模や効果について説明するために、前述に示すモデル²⁾を用いて砂防堰堤の施設効果について検証した結果を図-5 に示す。また、砂防堰堤の予定地は保全対象に近接しており、民家や新幹線から眺望されるため、各視点場からの砂防堰堤の景観や化粧等による対策案について比較検討した（図-6）。

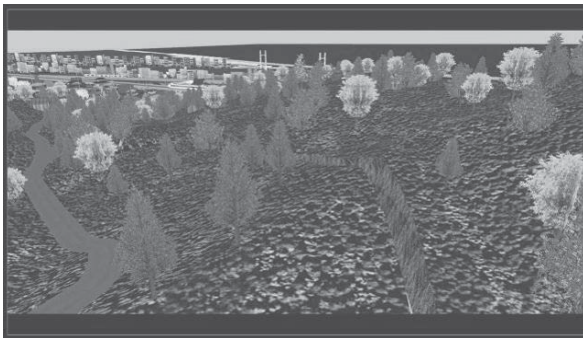


図-3 今回のモデル地区（谷から保全対象域を望む）



図-4 土石流氾濫想定範囲結果を反映させた三次元動画資料

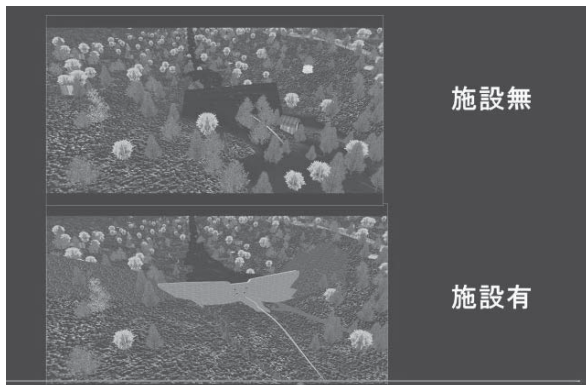


図-5 解析モデル²⁾を用いた砂防堰堤の施設効果検証

さらに、砂防工事に関する住民への説明として、その施工概要について動画を用いてわかりやすく示した（図-7）。

以上までの内容に関して、住民説明会用の資料の一つとして、約5分程度の動画に編集してとりまとめた。

4. おわりに

更なる円滑な砂防事業の実施を目的にわかりやすい説明資料に向けて、3次元VR技術を用いた住民説明会資料を試行的に作成した。その際、砂防事業の必要性、砂防関係施設の施設効果、砂防堰堤の概要及び施工時の状況等について、既往の解析モデルを活用してVRにより作成した。今後、更なる詳細な表現について検討が望まれる

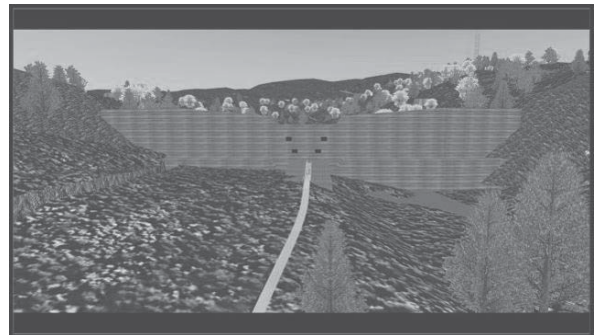


図-6 砂防堰堤の概要及び景観検討結果（例：ダム表面を化粧）

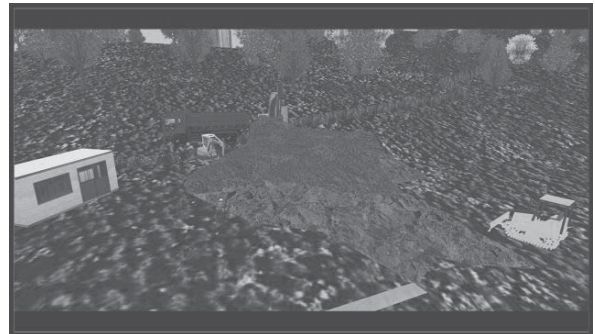


図-7 砂防工事の概要（掘削工事の様子；使用する施工機械等）

参考文献

- 1) 伊藤祐二：バーチャルリアリティ 3次元VRの街づくり UC-WIN/ROAD 入門, 2006.
- 2) 里深好文, 水山高久：砂防堰堤が設置された領域における土石流の流動・堆積に関する数値計算, 砂防学会誌, Vol.58, No.1, p.14-19, 2005.
- 3) Nakatani, K., Wada, T., Satofuka, Y., Mizuyama, T.: Development of “Kanako 2D (Ver.2.00),” a user-friendly one- and two-dimensional debris flow simulator equipped with a graphical user interface, *International Journal of Erosion Control Engineering*, Vol.1, No.2, pp.62-72, 2008.