

応急仮設団地を対象としたビジュアルシミュレーションの実験的活用

○竹澤 拓晃*¹ 大西 康伸*²

キーワード：仮設住宅 BIM VR シミュレーション 熊本地震 居住環境

1. 研究の背景と目的

2016年4月、熊本県熊本地方を震央として最大震度7の大地震が2度発生し、震源の同県益城郡を中心とする住宅被害は2017年3月14日現在で33,432棟が半壊、8,673棟が全壊と認定される事態を招いた¹⁾。その対応として熊本県は、在住者が全半壊する被害を受けた被災者への無償市営住宅の提供及び仮設住宅の早急な計画が迫られ、同年6月5日には同県上益城郡甲佐町の白旗仮設住宅の入居を開始した。応急仮設団地の計画は、制限のある敷地に極力多くの住戸を迅速に整備する。また、地域コミュニティが分断された被災者の心理的なケアを考慮して、快適な居住環境の供与や地域コミュニティ再構築の場の計画が求められる。しかし、短い計画期間内で居住環境へ十分に配慮することは難しく、整備は画一的である場合が多い。そのため、利用者の孤立やプライバシーの確保、景観など居住環境に関する多くの問題が生じている。その中で、熊本県は阪神淡路大震災や東日本大震災での教訓を踏まえ、「熊本型」という従来の応急仮設住宅の計画よりゆとりのある配置計画や隣棟間隔、路地動線の配置などを設定し、表面化した問題の解決に取り組んでいる²⁾。しかし現状では、計画期間が短いことなどから、応急仮設団地の計画においてビジュアルシミュレーションによる景観及び住環境への検討は行われていない。理想的には、ビジュアルシミュレーションを行い、計画案を視覚化して事前に計画上の問題を把握・改善した計画を行うことが居住環境の質の向上に繋がる。

一方、近年BIMの急速な発展と普及は目覚しく、BIMを用いた三次元設計や設計初期段階でのシミュレーションの導入が浸透し始めている。また、Virtual Reality（以下、VR）という3Dモデルの表現に優れ、実物に近い感覚でスケールや位置・距離関係を把握できる仕組みを持つツール（以下、VRツール）が実用段階に入りつつある。これまでVRツールを扱うには専門知識と高性能なPCが必要とされた。しかし、近年BIMとシームレスに連携し、専門知識なしに直感的に扱えるVRツールが開発され、設計事務所や建設会社など、建築分野でも利用され始めている。

そこで本研究の目的を、「迅速性が求められる応急仮設団地の計画において、BIMやVRツールを活用したビジュ

アルシミュレーションの実行は時間的に可能かを検証する」こととする。

2. 研究の方法

本研究は、ビジュアルシミュレーションを行うためにBIMとVRツールを用いて計画案を視覚化する。ケーススタディーとして、熊本地震後に建設された応急仮設団地NKを対象とする。なお、仮設住宅や各種集会所・談話室の設計者や応急仮設団地の配置計画者らが作成した図面をもとに、著者らが事後的にモデリングを行い、打ち合わせにおいて設計者らと擦り合わせを行いながら全ての3Dモデルを作成した。また、3Dモデル構築に要した時間を分析し、応急仮設団地の計画においてビジュアルシミュレーションを行いその結果をフィードバックすることが時間的に可能かを考察する。本試行でのケーススタディーの対象である応急仮設団地の概要を表1、以下に研究の手順を示す。

- 1) 応急仮設団地の配置計画者や各集会所の設計者から図面を入手し、3Dモデル作成方法を検討する。
- 2) 応急仮設団地NKを対象として、応急仮設団地のBIM及びVRの3Dモデルを作成する。
- 3) 実験的なビジュアルシミュレーションの実施及び応急仮設団地集会所の設計者と応急仮設団地配置計画者を対象としたヒアリングを行う。
- 4) 3)のヒアリングとBIM及びVRの3Dモデルを作成するのに要した時間をもとに、応急仮設団地の計画において、ビジュアルシミュレーションを行いその結果をフィードバックすることは時間的に実行可能か分析・評価する。

表1 ケーススタディー対象の概要

名称	応急仮設団地 NK			
建物用途	専用住宅			
計画戸数	プレハブ仮設住宅 ()はスロープがある戸数	169棟	1DK	62戸
			2DK	127戸 (18戸)
			3K	63戸 (6戸)
	木造仮設住宅	20棟	1DK	16戸
			2DK	26戸
			3K	8戸
	本格型集会所/規格型集会所	3棟/1棟		
	規格型談話室	3棟		
主要構造	プレハブ平屋建て、木造平屋建て			
駐車台数	347台			
敷地面積	51,252 m ²			
有効敷地面積	45,370 m ²			
戸あたり面積	150 m ²			
竣工年月	2016年12月 (仮設住宅のみ 2016年7月)			

3. 応急仮設団地の3Dモデルの作成方法の提案

本研究で、BIMとVRツールを用いてビジュアルシミュレーションを行うにあたり、BIMでモデリングを行い、BIMモデルをVRツール読み込み後、VRツールでマテリアルの設定や添景を配置して、VRの3Dモデル（以下、VRモデル）を作成する。また、100戸を超える住戸が配置される応急仮設団地では、プロジェクトデータのデータ量が膨大となり、ソフトの挙動遅延やエラー発生が予想される。そこで、リアリティを保ちつつもできるだけ簡略化したモデリングを行うことやデータの変換方法を工夫する。なお、本試行ではBIMとしてオートデスク社のRevit 2015、VRツールとしてAct-3D社のLumion 3.2.1を使用する。

3.1. BIMモデルの作成方針

プロジェクトデータのデータ量削減のために、ビジュアルシミュレーションを行う対象別に、BIMモデルのモデリングの詳細度を決定する（表2）。例えば、プレハブ仮設住戸及び木造仮設住戸は、主に外部からの検討を行うため、外部のみ詳細にモデリングを行い、内部は開口部から見える内壁・床・畳・天井のみをモデリングする。また、作成したBIMモデルは「ライブラリモデル」として一度作成すれば様々な敷地で使えるように蓄積する。

3.2. BIMモデルの配置方法

本研究で使用するBIMに備わるリンク機能を用いて敷地モデル（以下、ベースモデル）に各仮設住戸や集会所を配置する。これにより、プロジェクトデータのデータ量の削減と、ライブラリモデルに変更が加わった際に、配置したライブラリモデルが常に自動的に変更が反映される。

3.3. BIMモデルの書き出し方法

本研究で使用するBIM及びVRツールの仕様上、BIM

のデータを一度COLLADA形式(.dae)に書き出し、そのデータをVRツールで読み込むことによってVRモデルを作成することができる。しかし、書き出しの際に、全ての3Dモデルを同時に書き出すと、COLLADAデータのマテリアル名のエラーやプレゼンテーション用の動画作成時にエラーが発生した。そのため、3Dモデルの種類別に書き出すことで、エラーの解消を図る（図1）。

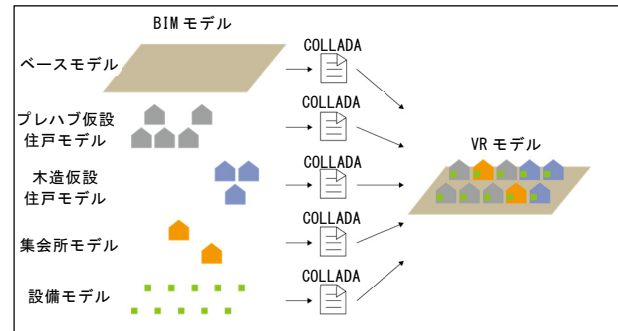


図1 BIMモデルの書き出し方法

4. 応急仮設団地NKの3Dモデルの作成

プレハブメーカーや仮設住戸の設計者、集会所設計者から各種図面を、応急仮設団地の住戸配置計画者から応急仮設団地の配置図を入手し、それらの図面及び策定したルールに基づきライブラリモデルを作成し、応急仮設団地NKの3Dモデルを作成した（図2）。

5. 応急仮設団地NKの3Dモデル作成時間

応急仮設団地NKのBIMモデル及びVRモデルの作成に要した時間を表3に示す。本試行ではプレハブメーカーや仮設住宅、各種集会所や談話室の設計者、配置計画者はBIMを利用しておらず、打ち合わせで設計者と擦り合わせを行いながら著者らが全てのBIMモデル及びVR

表2 BIMにおけるモデル作成対象と作成精度

対象	モデリング	備考	対象	モデリング	備考	対象	モデリング	備考
住戸	外壁・内壁	・便器、システムキッチン、幅木、家具、照明、スイッチについては内部の検討を想定しないためモデリングを省略 ・内部の間仕切り扉であるアコーディオンカーテンは全て壁のソリッドによって表現 ・雨樋はポリゴン数が多くなるためモデリングを省略 ・窓、ドアは既存ファミリを設置	住戸	吸気口・排気口	・それぞれ原型を崩さない程度にアールを簡略化してモデリング ・室内設備は全て省略	規格型共用部	外壁・内壁	・内部から、また外部から内部の検討を行うことを想定しシステムキッチン、幅木、家具についてもモデリング ・トイレ内部の検討を行うことを想定しないため便器は省略 ・ドアは実物のデザインをファミリとしてモデリング ・利用シーンを想起させるため添景を配置
	折半屋根			給湯器			切妻屋根	
	床			設備メーター			床・幅木	
	畳・畳縁			室外機			畳	
	ドア・窓			設備ボックス			ドア・窓	
	庇			消化器			緑台	
	縁台			ガスボンベ			スロープ・手すり	
	入口段差・隠し壁			物干竿			基礎	
	基礎			洗濯機（木造仮設）			勝手口段差	
	プレース						キッチン・換気扇	
	アンカーケーブル						表しの柱・梁	
	折半支持						天井	
スロープ・手すり		掲示板・棚						
木造	外壁・内壁	・便器、システムキッチン、幅木、家具、照明、スイッチについては内部の検討を想定しないためモデリングを省略 ・内部の腰壁は外部から見え、部屋の用途が認知されるためモデリング ・窓、ドアは既存ファミリを設置	集会所	外壁・内壁	・内部から、また外部から内部の検討を行うことを想定しシステムキッチン、幅木、家具についてもモデリング ・トイレ内部の検討を行うことを想定しないため便器は省略 ・ドアは実物のデザインをファミリとしてモデリング ・利用シーンを想起させるため添景を配置	敷地	道路	・利敷地内の勾配・段差は表現しない ・案内板、集水枡、照明灯、露出配管は景観シミュレーションに影響しない判断し、モデリングは省略する ・浄化槽や受水槽はマウスで簡略化して表現
	屋根・屋根ハゼ			給湯器			ポケットパーク	
	床			設備メーター			ゴミ置き場	
	畳・畳縁			室外機			駐車ロープ	
	ドア・窓			設備ボックス			ベンチ	
	和室腰壁			消化器			浄化槽・受水槽	
	縁台			ガスボンベ			未建設建築マス	
	入口段差・隠し板・柱梁			物干竿				
	基礎			洗濯機（木造仮設）				
	スロープ							

*本規格型集会所は詳細にモデリングを行う。

モデルを作成した。3Dモデルの作成時間を記録して表を作成するにあたり、以下の4点を前提条件とする。

- ・ BIM や VR を日頃から利用している大学院生が作業する。
- ・ ソフトウェア操作が不慣れなことによる時間のロスは含まない。

- ・ 設計案が完成した設計図面を基に事後的にモデリングを行う場合の作成時間を示す。そのため、設計者が設計案を完成させるために行う試行錯誤の時間は含まれない。
- ・ 作成者が図面を読むために悩む時間やモデリングが正確にできているか確認するための打ち合わせの時間などは含まない。

BIMモデル

モデリング方針
プレハブ/木造仮設住宅

主に外部からの検討を行う

- ・ 外部のみ詳細にモデリング
- ・ 内部は内壁、床、畳、天井のみモデリング

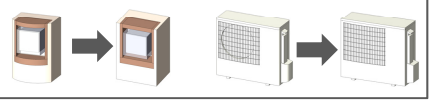
規格型集会所/談話室及び本格型集会所

外部と内部からの検討を行う

- ・ 内部、外部ともに詳細にモデリング

設備モデル

- ・ 曲面を簡略化してポリゴン数を減らす



ライブラリモデル

スタンプを押すように、ベースモデル上にライブラリモデルを配置することができる。なお、ベースモデルに配置する際はリンク機能^(注5)を用いて配置し、ライブラリモデルの変更が常に反映されるようにする。

モデル種類	棟数
プレハブ仮設住宅	169棟
木造仮設住宅	20棟
規格型集会所	2棟
規格型談話室	2棟
本格型集会所	3棟

● ライブラリモデルから配置
■ 計画に合わせて作成・配置



ベースモデル


敷地
道路
駐車ロープ
ポケットパーク
ゴミ捨て場
ベンチ

敷地内のシミュレーションに影響を及ぼすと考えられる外部空間の要素を詳細にモデリングする。また、浄化槽や受水槽、バックネット等の比較的大きな形状のものが存在する場合、その程度でよいという判断から、マスを用以て簡易的に形状を表現する。



↓ VR 用に書き出す (.RVT⇒.COLLADA)

VRモデル



作業内容

- ・ 周辺敷地画像のマッピング
- ・ マテリアルの設定
- ・ 添景配置
 - 樹木・花・ゴーヤ
 - プランター・花瓶
 - 人
 - 什器・遊具
 - 車・自転車・バイク
 - 食品
 - 旗
 - メッシュフェンス
 - 照明

必要に応じて合板や周辺敷地等の画像を作成し、より実物に近い、周辺環境がわかるようなリアルなモデルを表現する。







図2 応急仮設団地NKの3Dモデル構築の概要

表3 応急仮設団地NKの3Dモデル作成時間
(大学院生1名の作業時間に換算)

モデル種類	BIM (時)	VR ツール (時)	計 (時)	
仮設団地のモデル	プレハブ住宅(17種)	4.5	1.5	6.0
	木造住宅(6種)	2.5	0.5	3.0
	規格型集会所	3.0	0.5	3.5
	規格型談話室	3.0	0.5	3.5
	設備モデル	0.2	0.1	0.3
	ベースモデル*3	1.0	0.2	1.2
合計	14.2	3.3	17.5	
本格型集会所モデル	NK第2集会所	8.0	2.0	10.0
	NK第3集会所	7.5	0.5	8.0
	NK第4集会所	8.0	2.0	10.0
	合計	23.5	4.5	28.0
VR用テクスチャの作成	周辺敷地画像	-	2.0	2.0
	素材画像	-	0.5	0.5
	合計	-	2.5	2.5
各種住戸モデルの配置 (VRツールの時間は書き出し時間を含む)	プレハブ仮設住戸	0.4	0.1	0.5
	木造仮設住戸	0.1	0.1	0.2
	規格型集会所/談話室	0.1	0.1	0.3
	本格型集会所	0.1	0.1	0.3
	設備モデル	0.5	0.1	0.6
	合計	1.2	0.4	1.6
3Dモデル完成に掛かる時間	38.9	10.7	49.6	

*1 小数点第二以下は切り上げる。 *2 0.1時間以下は全て0.1時間とする。
*3 ベース(敷地)モデルのVRツールの時間は書き出しの時間を含む。

表3より、今回の実験的活用では、BIMモデルの作成に38.9時間、VRモデルの作成に10.7時間、合計49.6時間がかかった。1日に8時間作業を行うと仮定すると、6.2日の作業時間が必要であったことがわかる。

6. VRモデルの実践的利用とヒアリング

住民に建物の利用方法の想起を促すためのワークショップや、集会所設計者が設計案の詳細を検討するために、VRモデルを実験的に利用した(図3、4)。VRモデルの実験的利用後、集会所設計者と住戸配置計画者に対し、仮設住宅や集会所の計画・設計時にVRモデルを利用する利点についてヒアリングを行った(表4)。

集会所設計者へのヒアリングの結果、「VRモデルを用いると住民に具体的な建築物の利用方法の想起を促せ、住民との合意形成が行いやすい」ことが確認できた。また、住戸配置計画者へのヒアリングでは、「プレハブ協会や各地域行政、ハウスメーカーなどの災害時に参画する各機関による事前の仮設住宅の標準仕様の検討に有効である」ことが明らかとなった。一方、「現状、設計は図面を2DCADで作成するため、3Dモデルを同時に構築する場合、配置計画と平行してシミュレーションを行うこと



図3 住民とのワークショップの様子



図4 集会所設計者が案を検討する様子

7. 応急仮設団地計画におけるビジュアルシミュレーション適用に関する考察

応急仮設団地の住戸配置計画者へのヒアリングにより、「短時間で計画を行う必要がある応急仮設団地の計画において、多くの時間を必要とするビジュアルシミュレーションを行うことは不可能である」との指摘があった。そのため、本試行のように全ての3Dモデルの作成に49.6

表4 ヒアリング概要

日時	2016年9月13日、9月16日	2016年12月19日
対象	集会所設計者 10名	住戸配置計画者 1名
目的	集会所の設計において、提案するVRモデルは利用できるか	住戸配置計画において、提案するVRモデルは利用できるか
内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建築内外の「見え方」は通常どように検討しているか。 2. 設計過程において、模型・パース等のアナログによる検討と比較してVRを利用するメリット・デメリットを感じたか。 3. 設計過程においてVRを利用すること考えれば利用できるか。 4. 住民とのワークショップやプレゼンテーションの際、VRによって何か違いは生まれると考えられるか。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 仮設団地の配置計画では、景観やプライバシーのどのような点に留意したか。 2. 仮設団地の環境改善を目的としたビジュアルシミュレーションでは、どのような場面での利用が有効か。 3. 住戸配置計画にビジュアルシミュレーションを利用できるか。 4. どの程度の時間でVRデータを構築出来れば有用か。 5. 本研究で作成したVRデータについては、その他意見はあるか。

時間かかる場合、応急仮設団地の計画においてBIMやVRツールを活用したビジュアルシミュレーションの実行は時間的に不可能であることが明らかとなった。

そこで表5のように、応急仮設団地の計画に参画する主体がBIMを利用する/しないの組合せによって3つのケースを想定した。なおBIMを利用しているケースでは、事前にライブラリモデルを作成していると仮定する。応急仮設団地の計画においてビジュアルシミュレーションを行い、計画案への結果のフィードバックを含めて時間的に実行可能かをこれらのケース毎に検証する。

表5 応急仮設団地におけるBIM利用有無の想定

応急仮設団地の計画に関わる主体	ケース1	ケース2	ケース3
プレハブメーカーや仮設住戸設計者	○	○	○
集会所設計者	×	○	○
住戸配置計画者	×	×	○

*BIMを利用している場合は○、BIMを利用していない場合は×とする。

表6 ケース1の3Dモデル作成時間

モデル種類	BIM (時)	VR ツール (時)	計 (時)	
仮設団地のモデル	プレハブ住宅(17種)	1.5	1.5	
	木造住宅(6種)	0.5	0.5	
	規格型集会所	0.5	0.5	
	規格型談話室	0.5	0.5	
	設備モデル	0.1	0.1	
	ベースモデル	1.0	0.2	0.2
合計	1.0	3.3	4.3	
本格型集会所モデル	NK第2集会所	8.0	2.0	10.0
	NK第3集会所	7.5	0.5	8.0
	NK第4集会所	8.0	2.0	10.0
	合計	23.5	4.5	28.0
VR用テクスチャの作成	周辺敷地画像	-	2.0	2.0
	素材画像	-	0.5	0.5
	合計	-	2.5	2.5
各種住戸モデルの配置 (VRツールの時間は書き出し時間を含む)	プレハブ仮設住戸	0.4	0.1	0.5
	木造仮設住戸	0.1	0.1	0.2
	規格型集会所/談話室	0.1	0.1	0.3
	本格型集会所	0.1	0.1	0.3
	設備モデル	0.5	0.1	0.6
	合計	1.2	0.4	1.6
3Dモデル完成に掛かる時間	25.7	10.7	36.4	

表7 ケース2の3Dモデル作成時間

モデル種類	BIM (人)	VR ツール (時)	計 (時)	
仮設団地のモデル	プレハブ住宅(17種)	1.5	1.5	
	木造住宅(6種)	0.5	0.5	
	規格型集会所	0.5	0.5	
	規格型談話室	0.5	0.5	
	設備モデル	0.1	0.1	
	ベースモデル	1.0	0.2	0.2
合計	1.0	3.3	4.3	
本格型集会所モデル	NK第2集会所	2.0	2.0	
	NK第3集会所	0.5	0.5	
	NK第4集会所	2.0	2.0	
	合計	4.5	4.5	
VR用テクスチャの作成	周辺敷地画像	-	2.0	2.0
	素材画像	-	0.5	0.5
	合計	-	2.5	2.5
各種住戸モデルの配置 (VRツールの時間は書き出し時間を含む)	プレハブ仮設住戸	0.4	0.1	0.5
	木造仮設住戸	0.1	0.1	0.2
	規格型集会所/談話室	0.1	0.1	0.3
	本格型集会所	0.1	0.1	0.3
	設備モデル	0.5	0.1	0.6
	合計	1.2	0.4	1.6
3Dモデル完成に掛かる時間	2.2	10.7	12.9	

表 8 ケース 3 の 3D モデル作成時間

	モデル種類	BIM (時)	VR ツール (時)	計 (時)
仮設団地のモデル	プレハブ住宅 (17種)		1.5	1.5
	木造住宅 (6種)		0.5	0.5
	規格型集会所		0.5	0.5
	規格型談話室		0.5	0.5
	設備モデル		0.1	0.1
	ベースモデル		0.2	0.2
	合計		3.3	3.3
本格型集会所モデル	NK 第 2 集会所		2.0	2.0
	NK 第 3 集会所		0.5	0.5
	NK 第 4 集会所		2.0	2.0
	合計		4.5	4.5
VR 用テクスチャの作成	周辺敷地画像	-	2.0	2.0
	素材画像	-	0.5	0.5
	合計	-	2.5	2.5
各種住戸モデルの配置 (VR ツールの時間は書き出し時間を含む)	プレハブ仮設住戸		0.1	0.1
	木造仮設住戸		0.1	0.1
	規格型集会所/談話室		0.1	0.1
	本格型集会所		0.1	0.1
	設備モデル		0.1	0.1
	合計		0.4	0.4
3D モデル完成に掛かる時間			10.7	10.7

ケース 1 では、表 6 より BIM モデルの作成に 25.7 時間と VR モデルの作成に 10.7 時間かかり、全 3D モデルの作成には 4.6 日 (8 時間/1 日) 必要である。

ケース 2 では、表 7 より BIM モデルの作成に 2.2 時間と VR モデルの作成に 10.7 時間かかり、全 3D モデルの作成には 1.7 日 (8 時間/1 日) 必要である。

ケース 3 では、表 8 より VR モデルの作成に 10.7 時間かかり、全 3D モデルの作成には 1.4 日 (8 時間/1 日) 必要である。

ケース毎の 3D モデル作成時間を表 9 にまとめる。

表 9 各ケースの 3D モデル作成時間

	BIM (時)	VR ツール (時)	計 (時)	日数 (8 時間/日)
ケース 1: プレハブメーカーや仮設住戸設計者のみ BIM を利用している	25.7	10.7 (8.2)	36.4 (33.9)	4.6 日 (4.3 日)
ケース 2: プレハブメーカーや仮設住戸及び集会所の設計者は BIM を利用しており、住戸配置計画者のみが BIM を利用していない	2.2	10.7 (8.2)	12.9 (10.4)	1.7 日 (1.3 日)
ケース 3: 全ての設計者及び計画者が BIM を利用している	0	10.7 (8.2)	10.7 (8.2)	1.4 日 (1.1 日)

() 内は VR 用テクスチャを事前に作成していた場合にかかる時間である。

応急仮設団地の計画において、どのケースであればビジュアルシミュレーションが適用可能か見解を得るために、住戸配置計画者への追加ヒアリングを行った。ヒアリングの結果、「実質 24 時間程度で住戸配置計画案の策定を行う」との回答を得た。また、「ビジュアルシミュレーションを行い、その結果を計画案にフィードバックする場合、住戸配置計画案の策定を行う期間 (24 時間) と同程度か、それより短い時間で全 3D モデルを作成できる必要がある」ことや、「BIM を利用することで住戸配置計画案の策定時間が短縮されることが予想される」という見解を得ることができた。さらに、「応急仮設団地の計画においてビジュアルシミュレーションを行うことの効果を考慮すると、建設準備を 1 週間程度で行う応急仮設団地の計画期間が 8 日に増えたとしても、より良い住環境などを提供できるのであればビジュアルシミュレーションを適用する価値はあるだろう」という見解も得ることができた。そのため、全 3D モデルの作成に 36.4 時間かかるケース 1 では、応急仮設団地の計画においてビジ

ュアルシミュレーションを行うことは時間的に困難であると考えられる。次に、ケース 2 とケース 3 では、全 3D モデルを最短 8.2 時間、最長 12.9 時間で作成することができる。したがって、応急仮設団地の計画及び仮設住宅や集会所の設計に参画する建築家や団体が、BIM を利用して事前に BIM モデルを作成しておくことにより、応急仮設団地の計画においてビジュアルシミュレーションを行うことは時間的に可能であると考えられる。しかし、住戸配置計画は行政が行う場合もあるため、現実的にはケース 2 が妥当であると考えられる。

一方で、BIM を利用している場合においても、設計や施工の段階において作成された BIM モデルを、3.1.の作成方針に則りビジュアルシミュレーションに最適化する必要がある。そのため、ビジュアルシミュレーションを実践的に行う場合は、設計もしくは施工用の BIM モデルを編集する追加的な時間が必要である。今回の様にビジュアルシミュレーション向けに BIM モデルを編集することに限らず、BIM を使った建設プロセスの各段階で、ある目的のために作られた BIM モデルを他の目的に適合するように編集するという同様の問題は発生しており、将来の解決が望まれる。

以上から今後、より快適な応急仮設団地の住環境及び景観を提供するために、1) 応急仮設団地の計画に参画するプレハブメーカーや仮設住戸、集会所の設計者らが BIM を導入する、2) 住戸配置計画者の BIM の利用や、BIM モデルや VR 用テクスチャを日頃から充実させる、3) BIM と VR ツールがよりシームレスに連携することにより、応急仮設団地の計画の中でビジュアルシミュレーションの実行は可能となると考えられる。

8. 研究の総括

本研究では、応急仮設団地計画のビジュアルシミュレーションに用いる BIM と VR のモデル構築手法を提案した。また、VR モデルを実験的に活用することで、仮設住宅の標準仕様の事前検討やワークショップに有効であることを明らかにした。さらに、応急仮設団地の計画に携わるプレハブメーカーや仮設住戸の設計者らが BIM を利用しており、BIM モデルや VR 用テクスチャを事前に作成していた場合、応急仮設団地の計画において、ビジュアルシミュレーションとその結果をフィードバックすることも時間的に実行可能であることを明らかにした。

参考文献

- 1) 内閣府ホームページ『熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について』,
[URL] http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin_38.pdf
- 2) WEB 版『建築討論』, 桂英昭, 「熊本型デフォルト-応急仮設住宅」 [URL] <http://touron.aij.or.jp/2016/08/2438>

*1 熊本大学大学院自然科学研究科 博士前期課程
*2 熊本大学大学院先端科学研究部 准教授 博士 (学術)

Trial on Using Visual Simulation for Planning Temporary Housing in the 2016 Kumamoto Earthquake

○Hiroaki TAKEZAWA*¹ Yasunobu ONISHI*²

Keywords: Temporary housing, BIM, VR, Simulation, Kumamoto earthquake, Residential environment

1. Background and Objective

Kumamoto Prefecture needed to plan a temporary housing for many victims as soon as possible after the Kumamoto earthquake in April 2016. In the plan of temporary housing, the planners had to develop as many dwelling units as possible on restricted sites quickly. However, it was difficult to pay sufficient attention to the living environment within a short planning period, and the plan is often uniform. In order to improve the quality of living environment, Kumamoto Prefecture is working on solving problems based on the lessons of the past earthquake disasters, but the living environment and the landscape by visual simulation are not considered at present.

On the one hand, the 3D design using BIM and introduction of simulation at the initial design stage is beginning to be popular with building construction field. In recent years, a tool of Virtual Reality (called VR) which seamlessly cooperate with BIM and can handle intuitively without expert knowledge, have been developed and used in building construction field.

The objective of this study is to verify the visual simulation can be executed in time by using currently popular BIM and VR in the plan of temporary housing where promptness is required.

2. Study Method

The processes of this study are described as below.

- 1) The drawings are obtained from the deployment planner of the temporary housing and meeting place designers. Then, we will consider how to make a 3D model.
- 2) As a case study of the temporary housing NK, 3D models of BIM and VR are made by following the proposed rules of modeling afterwards.
- 3) We perform experimental visual simulation and then do hearings to meeting place designers and deployment planners of temporary housing about benefits of using VR in the plan of temporary housing.
- 4) Based on the hearing of 3) and the time taken to make 3D model of BIM and VR, we will analyze and evaluate whether visual simulation can be applied in the plan of temporary housing.

3. Conclusion

We propose a method of making a 3D model of BIM and VR used for visual simulation, and verified whether visual simulation can be applied in the planning of temporary housing to be performed in a short period of time. As a result of the analysis, all 3D models used for visual simulation can be created within a minimum of 8.2 hours and a maximum of 12.9 hours when prefabricated manufacturers, temporary housing and designers of meeting places use BIM. As a result of the hearing, it became clear that "If it is possible to make all 3D models within one day, the visual simulation can be executed in time in the plan of temporary housing " and " If it can provide a better living environment, visual simulation is worth applying even if the plan period increases about one day." Thus, in order to apply visual simulation in the plan of temporary housing, when prefabricated manufacturers and designers of temporary housing use BIM, BIM model and texture for VR should also be prepared in advance.

*1 Graduate Student, GSST, Kumamoto University

*2 Associate Prof.,GSST, Kumamoto Univ., Ph.D.