

## 阪神大震災後の高架道路復旧工事へのCGアニメーションの適用

熊本大学工学部 学生員○浪内敬二 正員 小林一郎  
建設省 正員 中上朝雄 鶴岡池組 正員 福地良彦

1. はじめに 95年1月、兵庫県を中心として起きた阪神大震災によって、神戸地区は未曾有の大災害に見舞われた。その一部の桁は転落、桁を支える橋脚にも亀裂が入り、広域に渡っての復旧作業を必要とした。本研究は、そのような混乱した状態での現場の復旧作業の効率化を目標とし、工事の一連の流れをCGアニメーションを用いてシミュレーションを行う。なお、使用したマイコンはDECpc XL590、また、CG用のソフトウェアとしてはAutoCAD R13,3DStudio4,Director4を用いた。CGアニメーションに関しては、従来はワークステーション等による作成が一般的であるが、低価格マイコンの高性能化により、上記のような装備でもCGを容易に使えるようになってきている。特に、本研究では一般的な土木の工事の過程でのオフィスや現場での使用、あるいは施主側への説明用に持参するノート型の場合も想定し、実現可能な金額でのパーソナルユースの装備の構築をはかった。さらに、この種のソフトウェアの先進国であるアメリカの事情を考慮し、将来的にも、世界の標準となるであろうと予想されるものを使用している。建設過程へのコンピューターの適用は建設そのものを合理化し、協調的な作業空間を作り出す。<sup>1),2)</sup>

2. 浜手バイパス復旧工事の概要 浜手バイパスは、国際貿易都市神戸の中心市街地を通過する一般国道2号のバイパスであり、重要な幹線道路である。本路線は神戸港内を通過しており、平成7年1月17日に発生した「兵庫県南部地震」により他の交通機関と同様、甚大な被害を受けた。高架橋は変形または傾斜し、コンクリートは破壊され、鉄筋には座屈による変形のあとが見られた。現在、同バイパスは通行止めを行っており、一日も早い復旧に向けて全力を挙げて取り組んでいるところである。本研究では浜手バイパスの震災復旧工事の一部として施工している工区の鋼桁及び橋脚撤去工事<sup>3)</sup>を対象としている。本工事は阪神高速道路3号神戸線、神戸新交通(ポートライナー)等の震災復旧工事が重複しており、施工期間も重なるため、事業者間の調整が施工管理上重要となる。

3. 浜手バイパスにおけるCGの適用 本研究では、以下の5項目についてのアニメーションを作成した。

①桁撤去アニメーション(図1上段1番左) 浜手バイパスでの桁撤去作業は災害直後の混乱した状況の中で早急な処理を要し、付近の安全確保や街の機能の復元のためにできるだけ早く桁を撤去することを必要とした。このアニメーションは作業手順の確認を目的とし、桁撤去の過程が上空から確認可能であるかを検討する。アニメーションの見せ方やモデリング過程など、研究の余地はあるものの撤去手順の概要を把握する上で十分な効果が期待できる。

②クレーン3台を使っての桁撤去作業(図1上段1番右) この地点では浜手バイパス・阪神高速道路・ポートライナーが交錯し、非常に込み入った場所である。桁の撤去作業を行うには空間的スペースが不十分であるため、撤去するすべての桁について、3台のクレーンの配置場所の検討を必要とした。クレーンの配置場所についてはモデリングされた現場の中に擬似的に設置し、さらに稼働させることで重機の導入が可能かどうかを検討した。図2(a)のように密集した作業現場においては、クレーンが動作しないことが確認できる。この場合は、設置は可能であるがアームの回転は不可能で、図2(b)の位置に配置することで重機の導入が可能となる。このように、熟練度を要する事柄に対して、仮想空間内で実際に配置実験を行うことにより、迅速かつ柔軟な判断が可能となる。

③道路橋脚の撤去過程アニメーション(図1下段1番左) この地点は前述の通り3つの高架道路橋が交錯し、非常に密接した現場である。このアニメーションにより橋脚の撤去作業をシミュレートし、作業手順が



図1 施工管理アニメーション

把握できるかを検討した。当初、施工可能か否かについて検討がなされたが巧く計画どおりに施工できず、急遽シミュレーションを作成することになった。

④工事現場周辺の WalkThrough アニメーション（図1 下段左から3つ目）ここでは復旧現場を見学し現場周辺の構造物や高架道路等の配置の把握が可能であるかを検討する。WalkThrough アニメーションの利点は直接現場に行かなくても現場の状況が手に取るように分かることである。WalkThrough は“人間の視点”で仮想的空間の中を“歩行”することが原則で、視界方向はほぼ固定に設定する。直接現場に行かなくても、現場の状況の概略を把握できることが利点であり、これから工事を行う者には将来の現場の状況把握ができる。また、設計スタッフのようにほとんど現場に行く機会のない者や地域住民のように現場内に立ち入ることのできない者にとっては現場の状況を知るには効果的な手段となることが判る。

⑤ DriveThrough アニメーション（図1 上段左から3つ目） 浜手バイパス復旧後の阪神高速での試乗運転をシミュレートする。仮想空間で阪神高速を走行することで周囲の建物や道路橋脚の圧迫感の有無を調べることと、制作したアニメーションをプレゼンテーションとして適用することが目標である。また副産物として現場説明用の CG アニメーションが作成可能になる。

4. その他の適用例 その他アニメーションの適用例としてカメラを上方から固定することで従来手作業であった製図に色を付ける手間を短縮することができ、かつ重機の動作が確認可能となる。また横方向からの視点を付け足すことで断面形状が確保できる。ダムなどの体積計算も、体積情報を考慮したソリッドモデルを使えば比較的簡単に計算できる。

5. 考察と今後の課題 本研究を通して、上記のように情報化施工の一環として CG アニメーションの導入はいくつかの利点があることが判った。アニメーションではどのような図でも作成可能であるため、施工過程の仮想空間での再現においては、現実の物理現象を満足し、実空間を極力忠実に再現するように心掛けないと、アニメを作っても実際には利用価値の低いものとなる危険性がある。なお、CG アニメの作成においては、信号機や街路樹など1度制作すれば再利用可能であり、仮想空間においては、ディテールの現実感が空間全体の臨場感に大きな影響を与えるように思われるので、そのようなメッシュオブジェクトをより多く作成しておくことが必要である。また、問題点として現時点では作成したアニメーションのレンダリングに7、8時間かかるため、その間に他の作業が不可能となった。ハードの限界、膨大な作業量は CG の作業に避けて通れないものであるが、この点に関しては今後のマイコンの高性能化に期待したい。

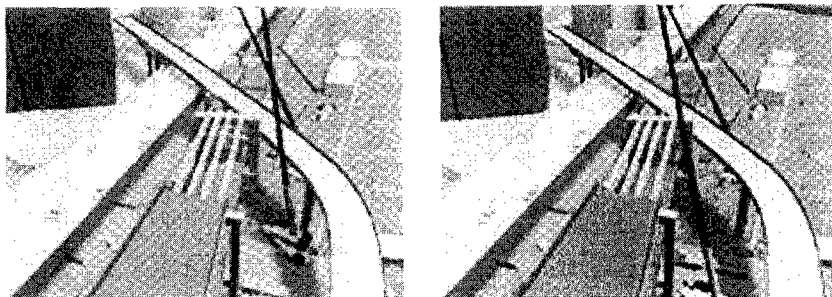


図2 クレーン配置の検討 (a) 動作不可能

(b) 動作可能

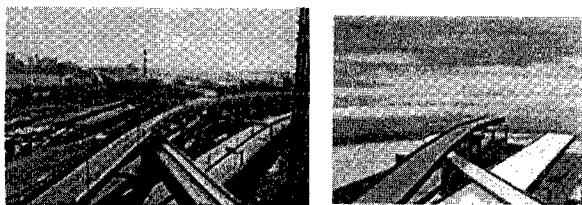


図3 写真とCGの比較

【参考文献】

- 1) 中川、福地、小林：アニメーションの情報化施工への展開：土木学会西部支部講演概要集
- 2) 福地 良彦：Animation for Computer Integrated Construction: MIT, M.S Thesis, 1994
- 3) 中上朝雄：国道2号浜手バイパス浜辺通行区鋼桁撤去：土木施工12月号, 1995