

CGによる人工島埋立状況のビジュアル化

東京湾横断道路(株) 正会員 田名瀬 寛 之
(株)大林組 正会員 嶋 田 厚 二
正会員 浜 嶋 鉦一郎
○ 糸 美 穂

1. はじめに

近年、コンピュータ・グラフィックスにより、構造解析、流体解析の結果など目に見えない状況や現象を具体的なイメージで理解しやすく表現する可視化技術が急速に発展してきた。一方、景観での利用には、建築設計や開発プロジェクトのプレゼンテーション、土木では高速道路の景観設計、地下駐車場のプレゼンテーションなどが実施されている。景観を表現するCGは、緻密なモデリングとリアリティのある画像表現の手法が進み、シミュレーションの精度が向上している。

本論文では、人工島の埋立工事において海中の盛土の打設状況を把握するために、海中を景観的に表示し、盛土形状の可視化にCGを利用している。盛土形状のモデリングは、埋立土の打設船において打設高さの計測を行い、数値の計測データから自動的に立体的な形状データを発生させる。その形状を感覚的に把握するために、海底面、土留工などの周辺形状とともに景観的にシミュレートする。また、埋立工事の進捗状況を一目で判断できるように、埋立深さが分かる物差し形の形状も同時に表示できるようにした。この可視化のシステムは、海上の作業船の中に設置され、常時見られるようにしている。また、埋立状況の報告用に、CGアニメーションのビデオを定期的に作成することになっている。ここでは、上記のシステムとその利用について紹介する。

2. 埋立工事の概要とシステムの目的

2.1 工事概要

本工事は、図-1に示されるように、東京湾横断道路の工事のうち、木更津人工島築造の盛土工事の一部である。木更津の沖合い5kmのところに全長1480mの人工島を建設する。本工事は、海底トンネルが海上に上がってくる斜路部分であり、海中部分約800mを施工する。

工事の順序は、(1)床堀、(2)置換工、(3)深層混合処理工、(4)鋼管矢板打設工、(5)控工、(6)中詰碎石工、(5)土留板工、(6)改良盛土工、(7)捨石盛土工、(8)波返し・砂盛土工の順番である。

本システムは、改良盛土工の施工で使用する。埋立のイメージは、図-2に示すように作業船により、順番に埋め立てる。打設は、10本の打設パイプから、それぞれ高さ2.5m半径12mの円錐形のマウンドが埋め立てられる。作業船が順次埋立位置をシフトしながら全体の施工を行う。

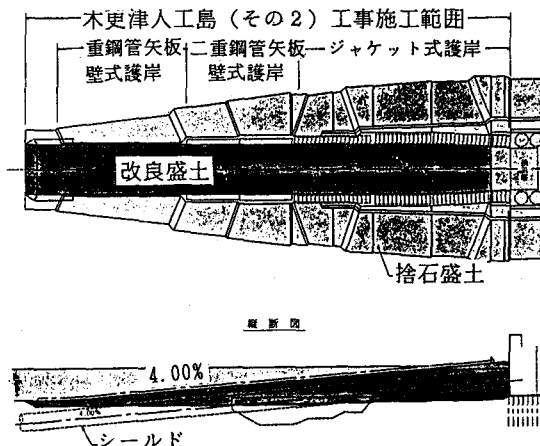


図-1 木更津人工島(その2) 工事概要

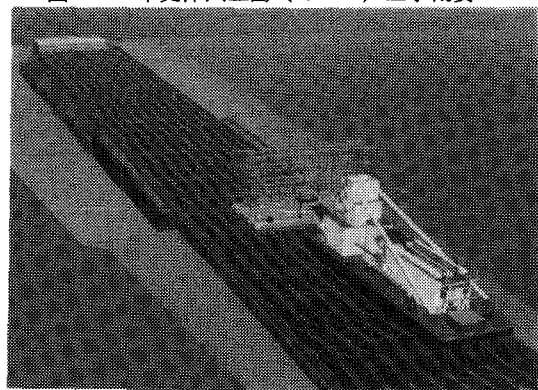


図-2 埋立状況図

2. 2 可視化システムの目的

人工島は、水深約30mの海底から打設を始めるが、海上からはどのように打設されているかを見る事ができない。また、広大な面積の打設状況を管理するために全体をまとめて把握することが必要である。盛土の施工にあたり、盛土高さの計測システムを開発し、打設マウンド高さデータを得ることにした。この結果をさらに具体的な形状にモデル化し、直接見えない状況の可視化を実現した。

3. システムの概要

本システムの構成を図-3に示す。本可視化システムは打設船舶盛号の計測室に設置されている。また、陸地の工事事務所にも同様のシステムを置き、事務所の職員及び見学者が見れるようになっている。

全体のシステムとしては、計測システムと可視化システムで構成される。計測システムでは、打設しているマウンドの位置のデータとこれまでに打設したマウンドの位置データを合成し、打設面全体のデータをフロッピーディスクに出力する。可視化システムは、データを受け取った後、埋立面の自動発生プログラムにより3次元データを作成する。それを周辺データあるいは進捗状況の物差しのデータといっしょにして、レンダリングプログラムにより景観表示する。レンダリングは、市販ソフトを利用している。これまでは、パソコンで処理する。埋立状況の報告書のビデオ制作は、常設のCG制作部門によりアニメーションを制作し、報告書スタイルに編集する。

3. 1 入力データ

埋立の打設位置は、平面的にはほとんど固定しており、打設位置は、10×57のマトリックスの配置となる。図-4に断面形状を示す。計測システムでは、任意の時点でこれらのすべてのマウンド位置と高さの座標値をフロッピーディスクへ出力可能としている。

3. 2 3次元データ変換プログラム

各マウンドで打設された盛土は、1:8の勾配の円錐形状となる。コンピュータ上では、入力された各マウンド点の座標値から円錐形状をモデル化し、全体の埋立面の3次元形状の数値データに変換する。図-5にモデル化した形状を示す。

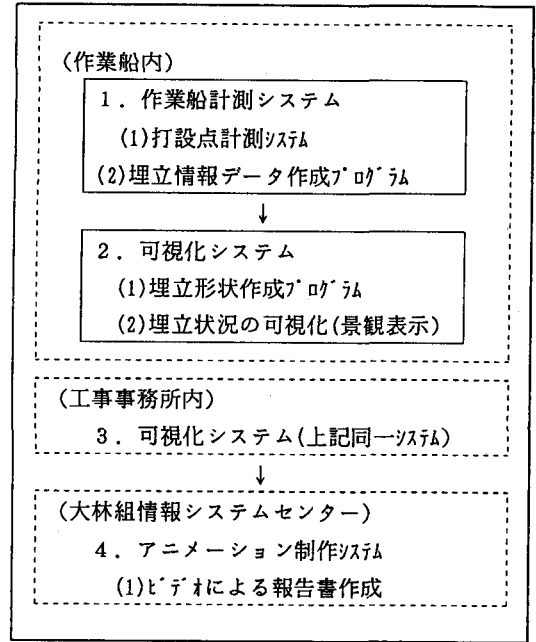


図-3 システム構成

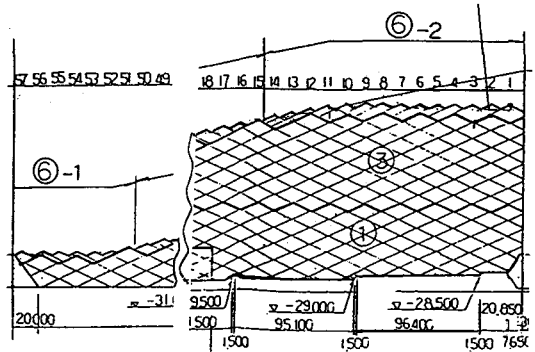


図-4 マウンドの断面図

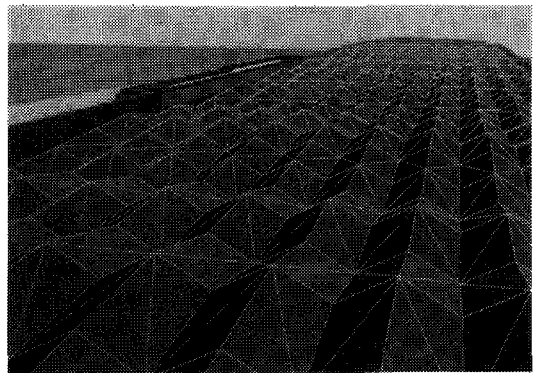


図-5 埋立面のモデル形状

3. 3 CGによる状況表示

市販のCGソフトを利用し、3次元データを読み込み、3次元のパースを作成する。このとき、盛土面のデータの他に、図-6のように別途作成した海底面及び鋼管矢板等の土留工の3次元データを同時に表示し、進捗状況を把握できるようにした。任意の位置や方向からこれらの形状を作成できる。図-7に平成4年7月時点の現状を示す。

3. 4 可視化の方法について

打設範囲が800mに及ぶため、透視図による表示では、施工位置がよく分からない。また、埋立高さの進捗状況も正確に把握することができない。そこで、打設位置に物差しを立てて、数量的に把握できるような表示方法も取り入れた。図-8、図-9に可視化の表示を示す。

3. 5 ビデオによる埋立状況の報告

CGの静止画は、全体を表示すると局部の状況は小さくなりよく分からず、局部的に見ると全体が分からない。このような場合、静止画で説明するには限界がある。アニメーションにより端から端まで移動しながら眺めるとよくわかる。アニメーションは現場では制作できないので、計測データを大林組のCG制作室に送り、EWSにより作成する。

このアニメーションの成果品は、本工事においては、報告書としての体裁を整えることとした。その理由は、アニメーション部分だけを第3者に見せても、説明がないと分からないので、中途半端な制作は効用が少ないためである。報告書の形式を標準化

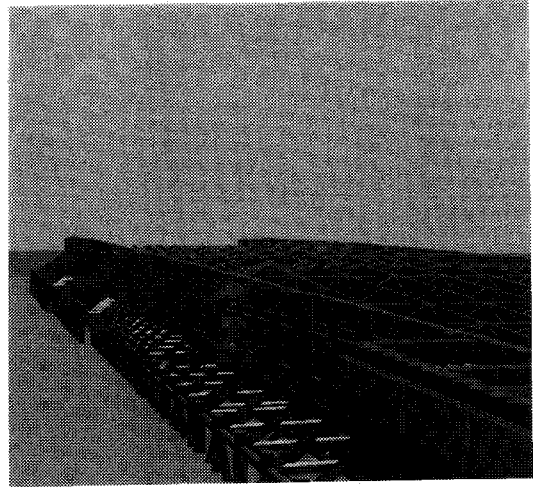


図-6 土留工のデータ

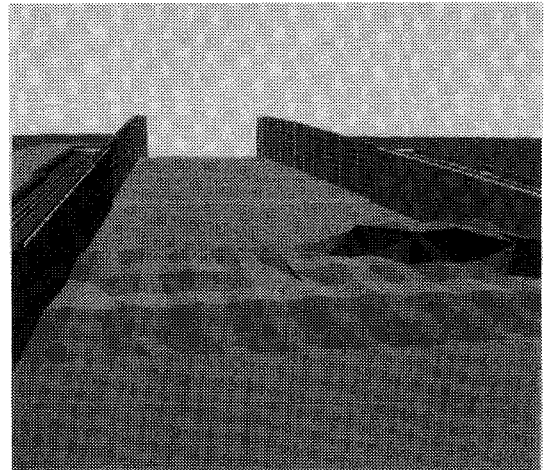


図-7 平成4年7月の施工状況

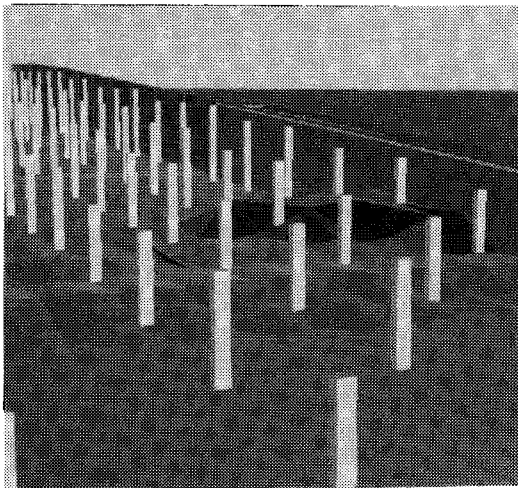


図-8 物差しの表示(H4.7)

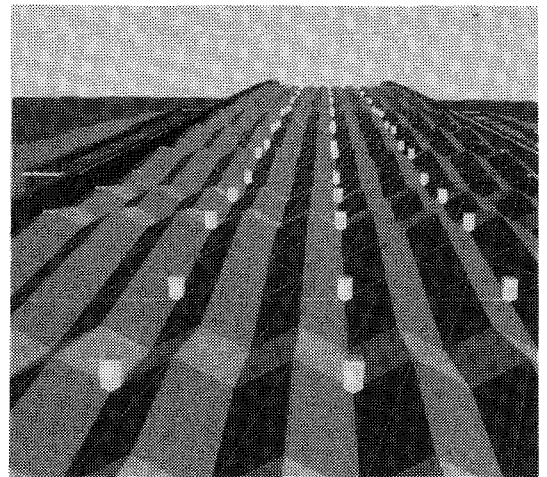


図-9 物差しの表示(完成直前)

すれば、毎回ほぼ同様に制作すればよいので、作業の手間が最少限度となる。最初に報告相手に説明すれば、2回目以降は同様の資料でよく理解してもらえる。また、初めてビデオを見る人にも全体と現状がよく分かる構成とし、PRにも利用できることを目指した。本報告書のシナリオは、内容を整理し、誰が見ても理解できる資料とすることや、記録として残せるものとして、以下の構成となっている。

- a) タイトル：施工日時
- b) 工事のイメージアニメーション：施工方法を簡単に説明したものでCGによるアニメーションである。毎回同じものを使用する。図-10にその1コマを示す。(60秒)
- c) 報告文：進捗状況についてテロップにより表示する。毎回文言を作成する。
- d) 現在までの施工過程：定期的にデータを映像化しておくと、静止画でも時間経過による変化をアニメーション的に表示できる。
- e) アニメーション1：現況(速い速度で、全体の状況を見せるため。-40秒)
- f) 断面図：進捗状況を全体図の中で施工したマウンドを色を変えて明示する。
- g) アニメーション2：現況の可視化(進捗状況をじっくり見るために、施工順序のブロック別に物差しを立てて、盛土部分と比較することにより一目で分かるようにする。2分)
- h) アニメーション3：最後に現況を中くらいの速度で現況の盛土のイメージを見せる。-1分20秒)

4. 効果

(1) システムの稼働状況

本埋立工事は、平成4年7月より開始した。計測システムは、打設船の稼働とともに稼働しており、毎日1回の出力を行っている。

(2) 作業船での利用

計測記録は、1日に1回出力し、施工状況を景観図により即座にチェックできる。

(3) 工事事務所での利用

工事事務所では、毎日作業船から計測データを受け取り、チェックする。作業船まで往復1時間を要するため、担当者は、しばしば時間の節約となる。

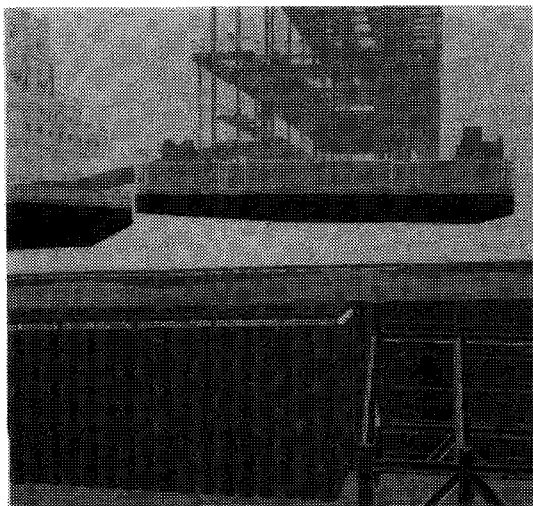


図-10 埋立工事のイメージ説明

(4) 報告書としての利用

ビデオによる報告書は、定期的に作成する。また、月に1回アニメーションだけの制作も行い、工事事務所での施工検討会議で利用する。

本報告書は施主側の東京湾横断道路(株)への提出と共同企業体の構成会社の本社への報告に利用したり、現場見学者へのPRに利用する予定である。

5. おわりに

これまで、景観プレゼンテーションでのCG利用は、多くなされてきた。今回、パソコンでのCGのレンダリングが可能となったため、現場での利用を始めた。現場でのCG利用は、工事の施工計画や施工管理、あるいはプレゼンテーションなど直接現場に役立つ目的に利用される。この点がこれまでと異なり、CGが実際の業務の省力化に貢献している。

土木工事は、土、岩盤、海底など目に見えない現場での作業は多い。変位、応力など各種の計測システムにより、それなりの可視化が行われてきた。景観表示による可視化により、施工の安全も含めた情報化施工も今後望まれる技術となる。終局的には、リアルタイムで仮想現実的な表示も必要になるであろう。今回のシステム化により、今後取り組むべき方向が少し見えてきたので、現場での利用について更に研究を進めたい。