

II-13 ダム工事におけるコンカレント・エンジニアリングの検証

ハザマ ○ 小野 正樹
須田 清隆
本田 陽一

キーワード： 情報管理、 CALS、 コンカレントエンジニアリング

1. まえがき

近年の情報化時代の発展に伴い、建設業界では建設CALSの推進とともに、高度かつ迅速な情報の利用環境の整備が急務といえる。土木構造物は大規模化・複雑化・精密化する傾向にあり、その計画・設計・施工情報は多種多様なものが大量に発生する結果となり、情報の有効利用に対するニーズも高まっている。特に、ダム建設のような大規模土工事における法面の形状決定には、材料などの数量的条件や強度的条件（最大化、最小化）を設計目的として計画評価がなされてきたのに加え、近年、法面や構造物に対する景観的条件も付加されてきているため、計画の合意形成に多大の時間を費やす傾向が強まってきている。

本報告では、ダム建設での施工計画・施工管理における数量的問題と形状的問題について、システム化による同時処理（コンカレント・エンジニアリング）を目的とした情報利用の方法に関する知見をまとめ、その効果について検証している。

従来の設計条件や地形・地質データなどの2次元図面で与えられる外部情報から3次元データを作成して体系付け、数量評価と形状検討を同時に実行できる環境を整備し、リアルタイムな品質管理によるコストダウン効果を評価した事例報告である。（図-1参照）。

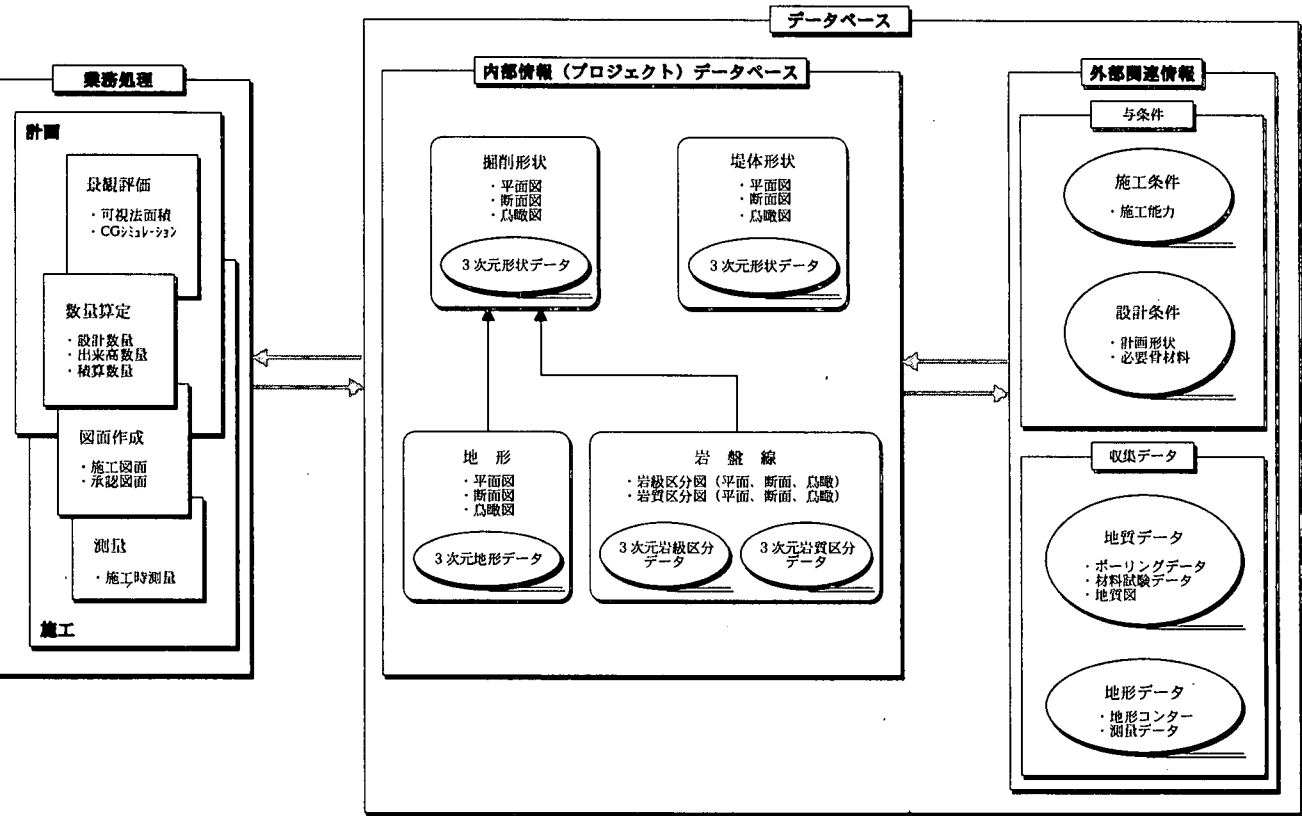


図-1 コンカレント・エンジニアリング概念図

2. 骨材採取管理における情報共有

コンクリートダムにおける原石山からの骨材採取管理においては、計画時における地質情報と実際の地質分布が必ずしも一致しないため、設計歩留りを確保できない場合には、掘削形状や施工計画の見直しが必要となる。施工現場では、この実績把握から計画変更までの時間的遅れが施工ロスに繋がり、施工量の増大を招いているのが現状である。本検討では、施工現場での測量成果による地質分布情報の取り込みから数量算定結果をリアルタ

イムにフィードバックし、この時間遅れを縮減することで実績管理業務の効率化を図るとともに施工ロスを低減し、原石山掘削のコストダウンを実現している。

(1) 採取計画システム機能概要

本システムでは、3次元地形データから原石山全体を3次元のブロックに分割し、計画・地質の3次元情報から各々のブロックに対して掘削形状や地質属性を与え、掘削量はブロックの数から算出する。このブロック化によって、数量計算や3次元的地質分布の表現の簡略化を図っている。施工時においては、GPSや航空測量等の測量システムを用いて地質情報を入力していくことで実績管理や材料分布の見直し等による計画変更にも迅速な対応が可能である。

(2) 適用事例

本システムにより、原石山の掘削計画を行なった例を示す。図－３は掘削形状モデルであり、図－４、５は材料分布の表示例、図－６、表－１は数量評価例である。実際のプロジェクトへの適用効果としては、従来、測量から数量算定までの作業量の面から３ヶ月に１度程度の出来高管理を行なっており、その間の施工ロスが施工量の増加に繋がっていた

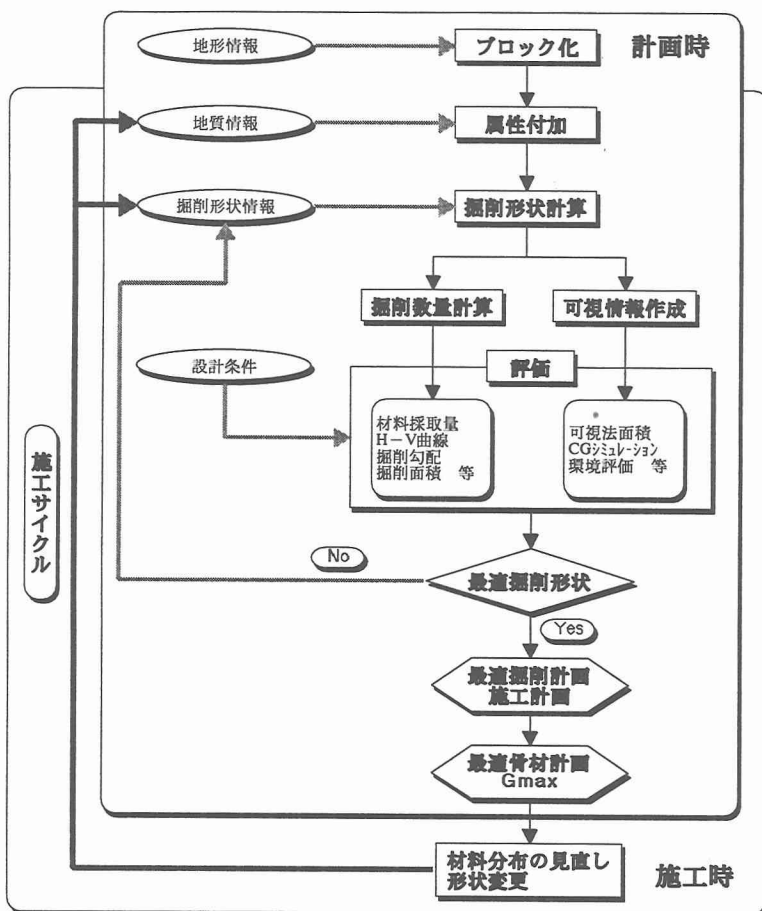


図-2 採取計画システム処理フロー

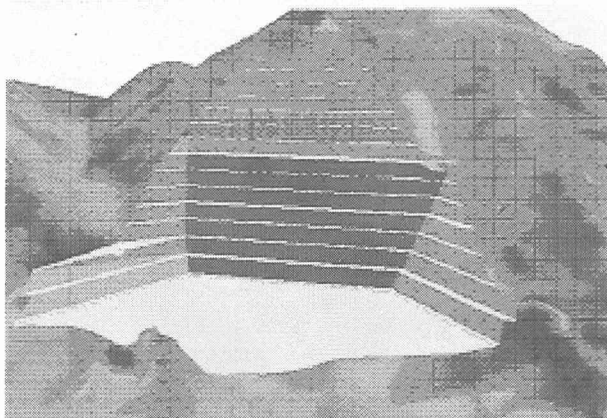


図-3 掘削形状 (3次元データ)

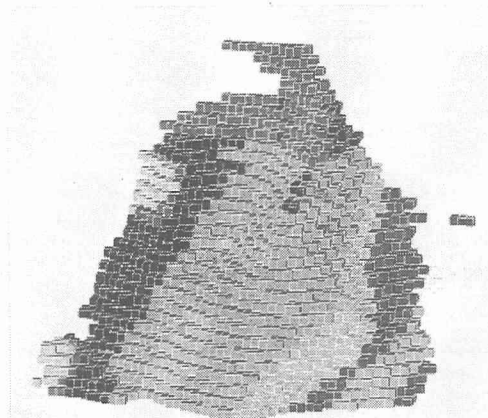


図-4 材料分布 (3次元表示)

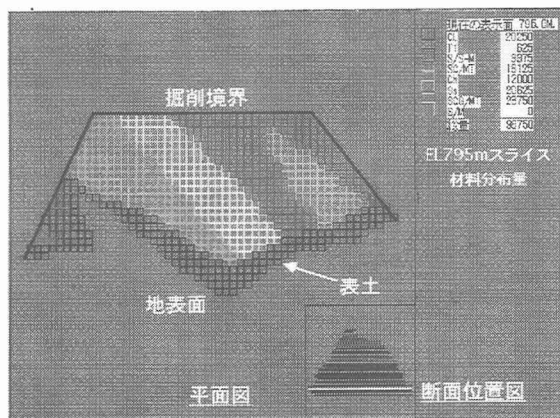


図-5 材料分布 (スライス図)

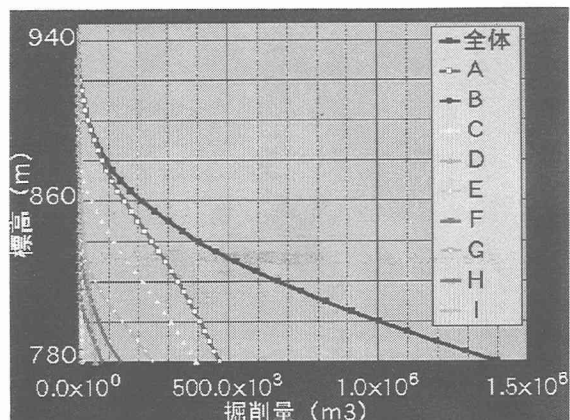


圖-6 H-V 曲線

が、このようなシステム化により管理業務の効率化を図ることで毎月の出来高管理を実現し、施工計画変更への迅速な対応により施工ロスを低減している。従来、歩留り25%の設計で15%程度の実績であったのに対し、ほぼ設計通りの歩留りを確保することで施工量の面から約40%の低減が確認された。

3. ダムコンクリート打設管理における情報共有

コンクリートダムの打設数量管理においては、計画数量と実績数量は形状情報、特に掘削地形情報のもつ精度の違いから必ずしも一致しないため、打設直前に形状測量を実施した上で実績予想数量を確認し、承認用図面を作成、施工の許可を受けている。施工時には、この承認資料の作成がクリティカルとなっており、本検討では、測量などの施工情報を計画情報として同時利用することで、数量算定及び承認図面作成のコンカレント化を図り、工期の短縮すなわちコストの縮減を実現している。

(1) 打設管理システム機能概要

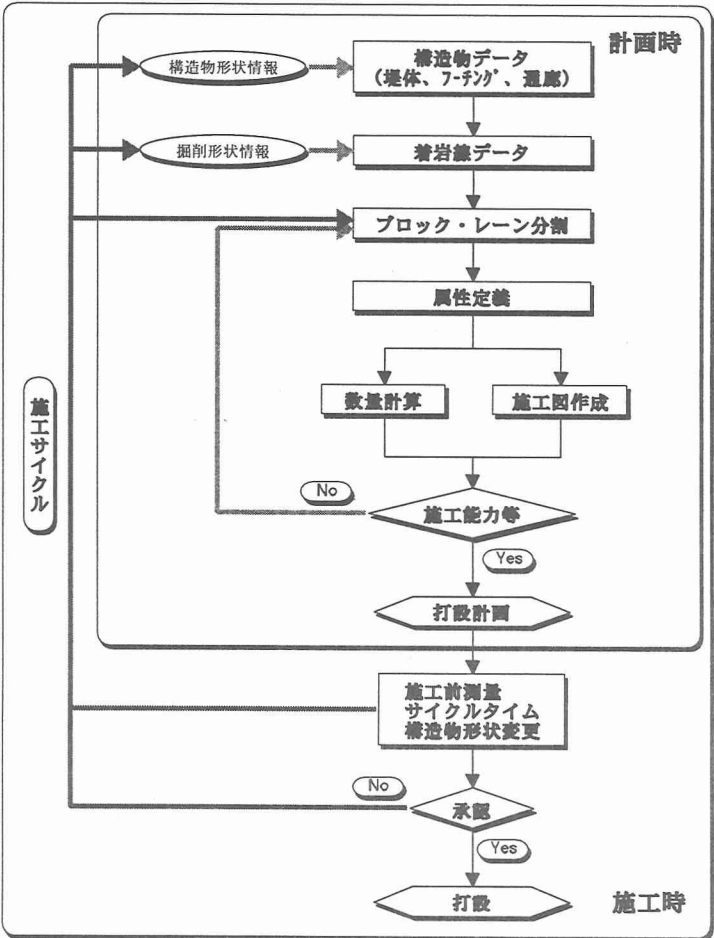
本システムは、ダム堤体をコンクリートの打設リフト毎の水平面（スライス面）に分割し、そのリフト面毎にフーチングや通廊周辺部等の構造物形状の定義や本体コンクリートのブロック・レーン分割を行ない、数量及び形状を管理するものである。着岩線（掘削線）や堤体、フーチング、通廊の形状は3次元の計画情報から初期データとして登録し、計画数量の算定を行なう。施工時には、GPS等で収集した打設前測量の結果を取り込んで着岩線の更新を行なうとともに、必要に応じてフーチングや通廊周辺部の形状を変更して実績予想数量を確認の上、承認図面を作成する。フーチングや通廊周辺部及び分割されたブロック・レーンは、各々材料種別・ブロック及びレーン番号・施工時期等の属性を持ち、使用目的に応じた参照が可能なオブジェクト型データベースの形態を採っている。数量は材料別でレーン毎に集計され、打設計画の可否の判断材料となるのと同時に、承認図面とともに作表出力し、形状と数量の同時管理を実現している。また、実績数量データを蓄積することでサイクルタイムや施工能力の見直しを図り、以降の施工計画へ反映することも可能である。

(2) 適用事例

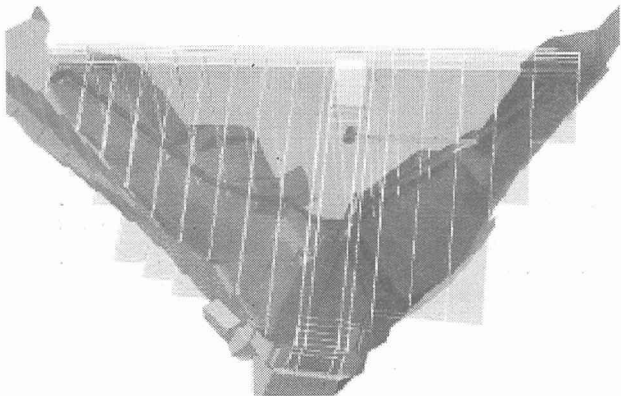
本システムによる実際のコンクリートダム建設現場における管理事例を示す。図－8は堤体形状モデルであり、図－9、10、11は画面表示例、図－12、表－2はそれぞれ承認図面及び数量集

表－1 推定採取量

原石量 (m^3)	材料採取量 (m^3)			
	Gmax=80mm	100mm	120mm	150mm
248,375	134,122	153,992	42,224	17,386
245,563	132,604	152,249	41,746	17,189
246,063	132,874	152,559	41,831	17,224
243,375	131,422	150,892	41,374	17,036
244,813	132,199	151,784	41,618	17,137



図－7 打設管理システム処理フロー



図－8 堤体形状（3次元）

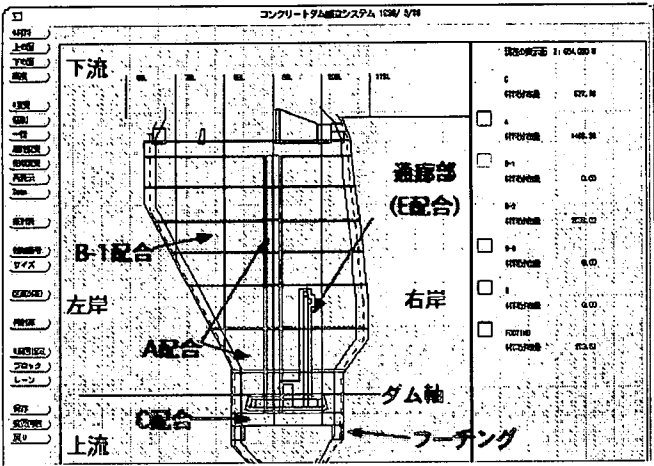


図-9 ブロック・レーン分割

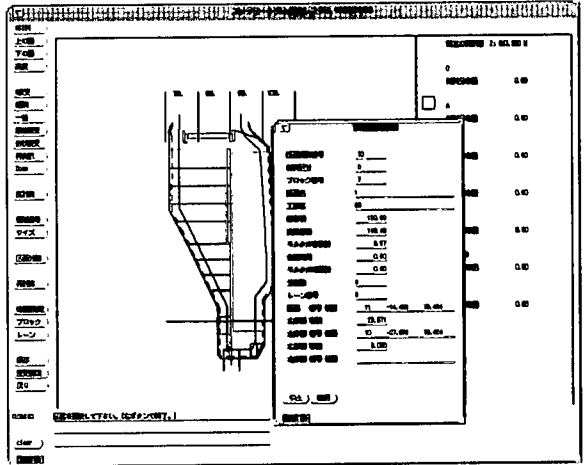


図-10 属性定義

計表の出力例である。適用効果としては、従来、打設前測量の結果から1回の打設数量を算定し、承認用図面を作成するまで5時間程度要していたのが3時間程度への縮減が確認され、工期の短縮すなわちコストダウンに繋がった。また、レーン・ブロック分割や材料属性定義の柔軟性向上により、より適切な打設計画の策定が可能となり、施工ロスの縮減ならびに施工品質の向上が確認された。

4. まとめ

以上のような情報利用環境の確立により、ダム建設における施工計画・施工管理でのコンカレント・エンジニアリングの可能性について検証した。

その適用効果から、施工現場で発生する情報をよりリアルタイムに施工計画へフィードバックすることで施工品質を保証し、その結果として建設コストの縮減を実現できることが確認された。

今後、この効果をより拡大していくためには、受発注者間を含めた調査・設計～施工～維持管理という建設サイクル全体における品質管理の在り方や、情報の共有形態を再検討し、その利用環境を確立していく必要があると考える。

建設事業全体における情報の共有化とその利用環境の整備が、リアルタイムな品質保証を可能にし、業務の効率化のみならず品質の向上、ひいては建設事業全体としてのコストダウンに繋がるものとする。

(参考文献)

須田、本田：景観評価をともなう掘削計画システムの開発；土木学会第50回年次学術講演会講演概要集、1995.9

須田、小野：コンクリートダムにおける施工管理システムの開発；土木学会第52回年次学術講演会講演概要集、1997.9

材料	単位	数量	単位	数量	単位	数量	単位	数量
コンクリート	m ³	10.0	鉄筋	kg	100.0	セメント	kg	100.0
ブロック	m ³	10.0	レーン	m ³	10.0	通廊部	m ³	10.0
ダム軸	m ³	10.0	フーチング	m ³	10.0	左岸	m ³	10.0
右岸	m ³	10.0	上流	m ³	10.0	下流	m ³	10.0

図-11 数量集計

表-2 数量集計表

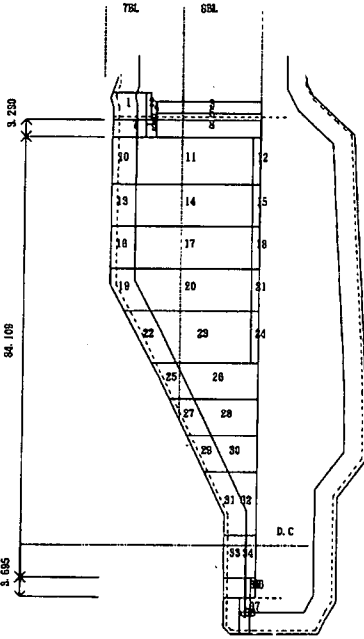


図-12 承認図面

材料	単位	数量	単位	数量	単位	数量	単位	数量
コンクリート	m ³	10.0	鉄筋	kg	100.0	セメント	kg	100.0
ブロック	m ³	10.0	レーン	m ³	10.0	通廊部	m ³	10.0
ダム軸	m ³	10.0	フーチング	m ³	10.0	左岸	m ³	10.0
右岸	m ³	10.0	上流	m ³	10.0	下流	m ³	10.0