

(株) 長大 正会員 野水 清
正会員 奥石 洋
正会員 山本俊雄

1. はじめに

現在、建設業界では生産性・品質の向上とコスト縮減を目指し、建設 C A L S / E C の研究が盛んに行われており、「新たな業務プロセスへの変革」が期待される。

土木構造物の設計分野では、自動設計や汎用 C A D (computer aided design) などが普及し活用されているが、新たな業務プロセスへの変革にはまだ至っていない。業務プロセスを変革し、「構造物が持つ様々な情報とその相関関係」を整理・定義する C A D システムの実現が待たれている。

本報告は、R C 構造物を対象例に、カーネルプロジェクション型データベース(以下 K P D B とする)を有する 3 次元 C A D システムを用い、その有効性や今後の課題等を整理したものである。

2. K P D B による 3 次元 C A D

3 次元 C A D システムが持つべき機能要素を整理すると、「部材・部品を意味づけたオブジェクトデータ定義機能」「オブジェクトデータを統合管理する D B 機能」「図形データの履歴管理機能」「ビジュアル表現としての 3 次元 C G 機能」等になる。3 次元 C A D の利用により、構造物を構成する全ての部材・部品の属性や、相互関係・処理内容といった意味付け定義がなされ、設計の成果は「立体モデル情報」として定義される。全構成部品の相互関係定義を支援する D B としては、リレーショナル型やオブジェクト指向型が一般的であるが、本研究では、関係定義の追加・変更に対して柔軟性の高い K P D B を有する C A D システム(A R C D R E A M*)を使用した。また、検討する構造物として橋脚を採用した。K P D B では、全ての構造対象物(カーネルと呼ぶ)は、それに対する属性(プロジェクションと呼ぶ)と関係を持つことになる。橋脚の場合、カーネルとしての「はり・柱・底版部材」に対し、形状属性(形状/寸法...)や処理属性(応力照査/最適性/他構造との取り扱い...)などのプロジェクションの関連付けを定義する。さらに、各々の付属カーネルとして「主鉄筋」「帯鉄筋」「拘束筋」等の鉄筋部材を定義していく。

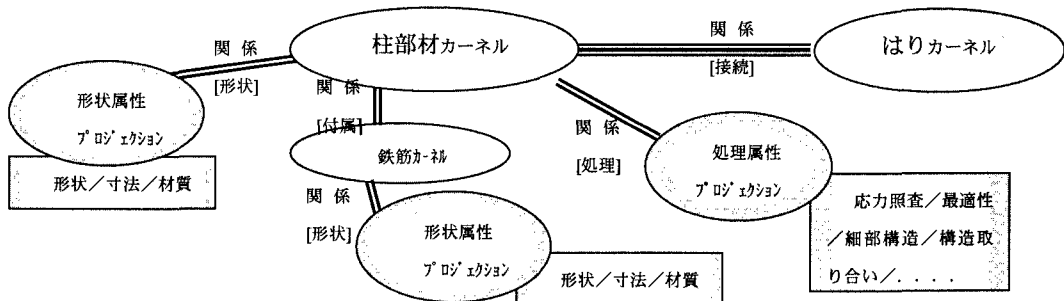


図 1 カーネルとプロジェクションの定義例

3. R C 構造物設計分野への適用

3.1 鉄筋情報の作成

鉄筋部材は、配置個所によって非常に多くの形状が考えられる。その 1 つ 1 つに専用の図形情報レイアウトを作成していたのでは非効率である。各部の違いは、鉄筋径と辺の数及び形状(直線か曲線)である。

キーワード：3 次元 C A D、C G、データベース、業務改革

連絡先：茨城県つくば市春日 3-2-2-6

TEL0298-59-0555 FAX0298-55-0809

図2に示す、鉄筋カーネルの汎用的図形情報（形状属性プロジェクション）を考え、K P D Bの柔軟性のあるデータ構造を利用し、DBに登録した。これにより、1種類の鉄筋図形情報レイアウトで任意の鉄筋形状を定義する事が可能になる。

3.2 鉄筋群の配置方法

R C構造物では、同一形状で複数ある鉄筋をグループとして定義する必要がある。複数の鉄筋を1本ずつ配置する事は現実的ではない。そこで「鉄筋群カーネル」を生成し、それらを「鉄筋が属する（配置される）躯体の形状と、躯体面からの離れ量

鉄筋図形情報レイアウト	
サイズ	
配置座標系	
鉄筋径 Φ	
円の粗さ度合い	
辺の数 n	
辺の長さ L	
法線単位ベクトル	
辺の形状情報	
曲げ半径 R	
曲げ角度 θ	

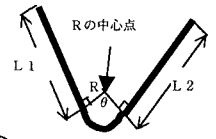


図2 鉄筋カーネルの形状属性情報

（通常かぶりと呼ぶ）及び配置ピッチから図形情報を生成し配置する」方法を採用した。これにより、利用者は設計と同じ感覚で鉄筋群（例えば主鉄筋群・帯鉄筋群など）を取り扱い、配置する事が可能となる。

3.3 K P D B構造による新たな業務形態

柱の形状属性プロジェクションと、鉄筋群カーネルの形状属性プロジェクションによる3次元表示で、R C部材の細部構造の干渉照査が可能となる。さらに、躯体寸法・鉄筋本数情報を利用した応力計算等の「柱処理属性プロジェクション」が定義できる。これにより、従来の、「強度設計・図面作成・構造の干渉照査」の流れを、「先ず形状モデル化・構造の事前干渉照査・強度設計シミュレーション」という、新しい設計業務形態に変革する事が可能になる。

3.4 構造物のビジュアル表現

3次元の構造物を2次元で表示せざるを得ない現状のさまざまな問題が、全体形状・配筋状態を3次元でビジュアルに確認する事で解決され、かつ、意匠性のある設計手法が可能となり、詳細設計のみならず計画段階のプロセスにも大きな威力を発揮する。

4. 今後の課題

現在主流となっている2次元C A Dは、今後3次元C A Dに移行していくと予想される。ここで述べた橋脚という単体構造だけでなく、プロダクト全体構造の3次元情報管理へと移行できるようになる。加えて、計画段階から3次元情報にすることにより、「調査」～「維持管理」段階のライフサイクル全体で、「構造物を構成する製品情報」の効果的な活用が期待できる。土木分野での構造物情報は、I S Oの交換規格であるS T E P (Standard for exchange of product model data)により、今後標準化される方向に向かうと思われる。機械・建築分野と異なり、一品受注型土木構造物の標準化は困難を要するが、将来的にはS T E Pや、建設プロジェクト情報のデファクトスタンダード的位置付けのI F C (Industry foundation classes)とのデータ交換機能の装備が確実に必要となる。

土木設計分野においても、新たな業務プロセスへの変革の動きが始まりつつある。今後益々、3次元C A Dの高度活用技術が進展し、建設業界の品質向上と合理的設計施工技術が向上することを期待する。

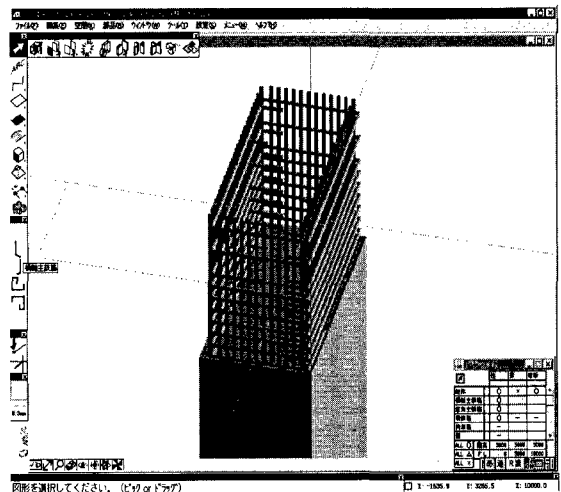


図3 橋脚・柱の立体モデル表示例

参考文献；次世代設計システム構築の考え方、日経C G 1997.5

ARC DREAM*；建築モデルC A Dソフトウェア（三菱電機（株））