

配置パターンと物理属性の分離による配置設計技法とその応用

4 G-5

山地秀美、松田郁夫、高橋久雄、新藤義昭

日本工業大学情報工学科

1 はじめに

ある構造物の包括的機能を決め、それに従って構成する機能要素、およびその数等を論理的に決定したときに、機能要素の配置方法によって、構造物全体の具体的機能が変化する場合がある。

機能要素の配置を設計する配置設計の方法は、設計対象ごとに、実践的に蓄積されたエキスパートの知識をベースに行われる場合が多く、一般化された手法は提案されていない。

配置対象となる機能要素は、機能要素の大きさ、形などの属性（配置属性）を持つ。構造物全体の機能の充足と配置属性から、配置位置を決定する際の条件（配置条件）が規定される。

配置設計過程は、それぞれの機能要素が、この配置条件を満たすように配置位置を決定してゆく。次々と機能要素を配置してゆく場合、配置の可能な場合の数は、機能要素の数の増大に伴い、指数級数的に増加してゆく。

実際の配置設計では、エキスパートが経験的知識を基に配置の選択を行うが、複雑な構造物の配置設計では、設計の時間やコストがかさみ、最適な設計を見つけ出すことが容易ではない。

既存の、または類似する配置設計例が存在する場合、設計上の機能と、構成する機能要素の種類によって、機能要素相互のトポロジカルな位置関係を表す配置パターンと呼べるものを定義することが可能である。

本研究では、配置設計において、配置対象となる機能要素の配置属性とトポロジカルな位置関係を表す配置パターンを分離し、配置設計を自動化するための配置設計手法PAS（Pattern Attribute Separation）法を提案する。

本研究では、PAS法を建築物の鉄筋の配置設計（配筋設計）に応用し、PAS法の有効性を検証する。

2 PAS法による配置設計のアルゴリズム

PAS法による配置設計では、まずエキスパートの知識を基に、複数の可能な配置パターンを抽出する。

機能要素の配置属性は、配置パターンとは独立して選択する。設計上の機能要求と配置属性から、配置条件が決定される。

配置パターンを選択し、配置パターンの示す位置関係を保持しながら、配置条件を満たすように配置を実行する。配置パターンから配置可能な領域が規定されるので、配置条件を満たすことができるかどうかは、それぞれの機能要素についてわずかな試行回数で判断することができる。

選択した条件で配置が不可能であれば、配置属性や配置パターンを選択し直す必要がある。また、設計が成功した場合でも、最適な設計を選択する必要がある。しかし、設計手順が単純なため、試行を繰り返すコストはわずかとなる。

3 PAS法の配筋設計への応用

配筋設計は以下のような配置条件を考慮しなければならない。

- ・構造計算による部材(柱・梁)サイズと鉄筋総断面積
- ・部材表面から鉄筋までの厚さ(最小かぶり厚さ)
- ・最小鉄筋間隔
- ・鉄筋の干渉の排除
- ・曲げ加工した鉄筋の挿入間隔の保持

配筋設計への応用では、配置対象は鉄筋であり、鉄筋相互の位置関係をパターンとして表現する。

配置属性の主要なものを以下に示す。

- ・部材サイズ
- ・最小かぶり厚さ
- ・粗骨材粒径
- ・柱・梁の鉄筋径
- ・柱の位置

配置属性は、そのすべてが独立して選択できるものではなく、経験的な依存関係を持つ。そこで、熟練技術者の施工知識を元に知識ベースを作成し、配置属性の選択範囲を絞り込む方法をとった。

パターンと配置属性は独立して選択される。こうすることで、配置属性を元にした鉄筋の位置決定は、パターンによって規定される限定された範囲での位置決定になる。

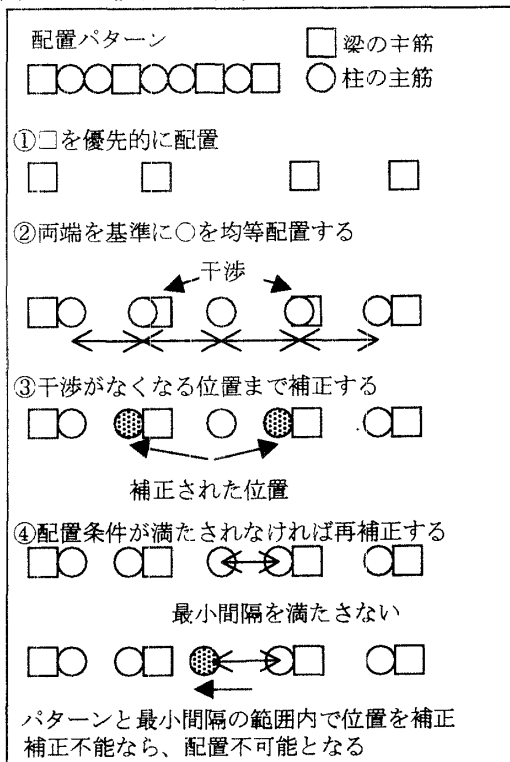
配置パターンを利用することで、配筋設計は次の2つの問題に集約できる。

(1)配置済みの鉄筋の位置とパターンが示す位置関係から、その鉄筋の配置範囲を求める。

(2)配置条件を満たす位置を求める。

まず、均等間隔で位置を決定する。配置済みの鉄筋との位置関係が配置パターンと矛盾していれば、パターンに合わせて位置を補正する。次に、各鉄筋について配置条件をチェックし、必要なら補正を行う。図1は、この配置手順をモデル化したものである。

図1 PAS法による配置処理モデル



配筋設計支援システムでは、エキスパートによって作成された配置パターンと、配置属性の組み合わせに関する知識データベースを作成した。

設計者は、配置属性を順次選択して行くが、選択した項目によって、知識データベースにより未選択の項目の選択肢が絞り込まれて行く(図2)。

配置パターンとすべての配置属性が選択されると、配置が実行され、配置結果が設計図面として表示される(図3)。

図2 配筋設計支援システムの配置情報入力

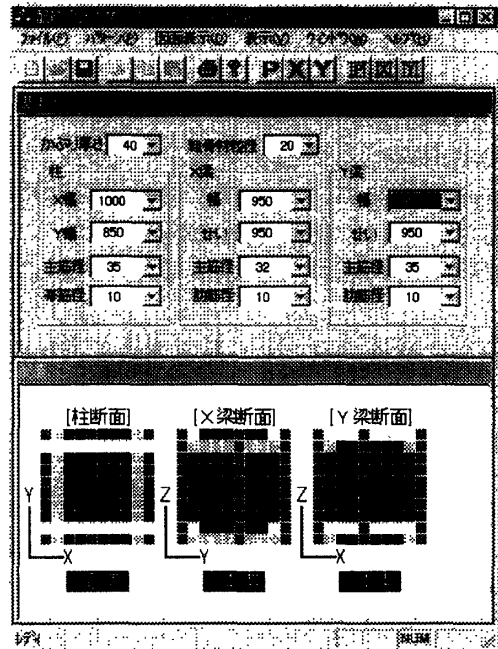
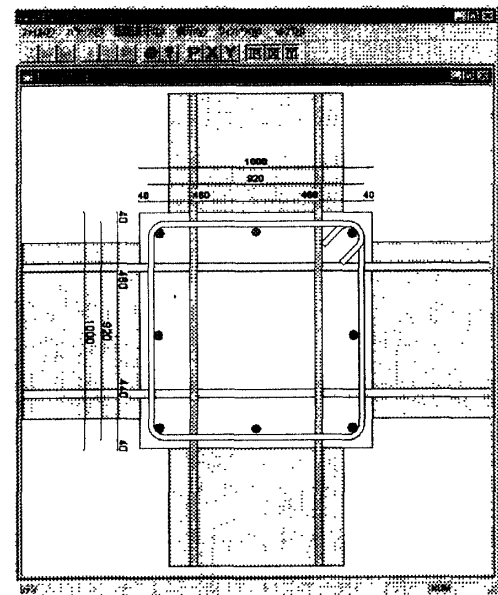


図3 配筋設計支援システムの配置結果



4 終わりに

PAS法は、配筋設計支援システムにおいて有効な方法である。鉄骨建築物も含め、建築物全体の配筋設計への拡張が今後の課題の1つである。

また、他分野の配置設計においても、配置パターンと配置属性の抽出方法が確立すれば、PAS法の応用は可能と考える。