からルネサンス以降に至るまでのローマがまずあげられよう。次いで総合的な実地調査による研究が他の古代の都市や地域にも拡がっている。他方，古代以後の重要な都市には都市史が残っており，様々な研究の対象となっている。また，アナール学派の方法論と記号論を結合した研究方法が都市の分析に強い影響を与えているが，都市の社会的・経済的様相は，特に長く研究課題とされてきたところである。現実の都市だけではなく，理想都市または理想都市案も重要な検討対象として取り上げられている。こうしたヨーロッパを中心とした都市研究に対して，アメリカの都市も研究の分野としては不可欠のものとなっている。

建築論ならびに建築批評

建築論，建築史論の分野では，この20年に際立った著作が現れていない。第二次世界大戦以後1960年代までに著された優れた研究と，最近の研究の間には断絶があるように思われる。とはいえ，ルネサンスと，それ以降に分けられる建築理論史を論じた著作や，またその新たな方法論を打ち出した出版には，有益で啓蒙的なものもある。後者に関しては，記号論の導入のように，ほとんどの新たな方法論は建築研究以外の分野の方法をもとにしている。この動向に先立つのは，イコノグラフィーの建築史研究への応用であろう。けれども，イコノグラフィーが検討対象を限定していたのに比べ，記号論は様々な方向へと適用されている。このほかに，建築心理学もまた新手法として取り入れられている。しかしこれが適切かどうか，また記号論が本来的に歴史的方法たるかについては疑問である。

（東京都立大学　星和彦・抄）

■情報システム技術

UDC 681.3：624.04

摩擦を考慮した接触問題における有限要素法の収れん方法

M.U.RAHMAN, R.E.ROWLANDS, R.D. COOK and T.L. WILKINSON：An iterative procedure for finite-element stress analysis of frictional contact problems [Computers & Structures, Vol.18, No.6 "1984" pp.947-954]

抄録者注

"Computers & Structures" 誌は約10年前より，構造の分野におけるコンピュータ利用を中心テーマに Pergamon Press 社より発行されている雑誌である。編集はジョージ・ワシントン大学の H. Liebowitz 教授が中心となって行っている。

日本からは山田嘉昭東大名誉教授，その他米国の S.J. Fenves 教授，J.T. Oden 教授，T.H.H. Pian 教授等48人が編集者となっている。

ここで抄録した論文はボルトと木板の間の接触問題を極座標を用いて扱った FEM に関するもので，"Computers & Structures" 誌の中では平易な論文の一例である。

本論文は摩擦を考慮した弾性体と剛体間の接触問題を解くために，特別なモデル化や接触部分に特別な要素を必要としない，単純で応用性に富む収れん有限要素法について述べている。この手法は，増分荷重および歪一定の三角要素あるいはアイソパラメトリック要素を用いた有限要素法であり，摩擦を考慮した接触部分における境界条件および変位を収れん計算により求めることができる。

解析手法，特に収れん計算法および接触面における境界条件について述べた後，剛体であるボルトと直交異方性を有する木材からなるメカニカルジョイントの解析を例題として掲げている。例題においては，全体直交座標系の他に，接触部分に部分極座標系を用いることによって，効率的に応力集中のない正確な解が得られることを示している。

本手法では，ポテンシャルエネルギー増分の停留原理を用い，力と変位の関係を表す以下の1次方程式を導いている。

$$[K]\{D\}=\{R\} \qquad (1)$$

ここで　$[K]$：剛性マトリックス

$\{D\}$：変位

$\{R\}$：荷重ベクトル

（1）式を解く際，以下の方法で収れん計算を行う。

$$\begin{gathered}[K^0]\{\Delta\delta^0\}=\{\Delta R^0\}\\ [K^1]\{\Delta\delta^1\}=\{\Delta R^1\}\\ \vdots\\ [K^n]\{\Delta\delta^n\}=\{\Delta R^n\}\end{gathered} \qquad (2)$$

ここで，$\{R\}=\{\Delta R^0\}+\{\Delta R^1\}+\cdots+\{\Delta R^n\}$,

$\{D\}=\{\Delta\delta^0\}+\{\Delta\delta^1\}+\cdots+\{\Delta\delta^n\}$

$[K^n]$ は $n-1$ の荷重階における形状から決まる剛性マトリックスである。

摩擦を考慮した弾性体と剛体間の接触問題は，接触面において幾何学的非線形性を有するので，収れん計算が必要となる。収れん計算は，大きく以下の3つの部分からなる。

（1）　各荷重階における接触部分の決定

各荷重階において，数値解析上，弾性体の節点が剛体内あるいは剛体表面に位置したときに，弾性体と剛体の接触を規定する。剛体内の弾性体の節点は，すべて剛体表面に位置しているものと見なす。

剛体内に弾性体の節点が存在しなくなるか新たに節点が剛体に接触しなくなるまで，各荷重階において収れん計算が行われる。

（2）　接触部分の内，摩擦により固定される部分の決定

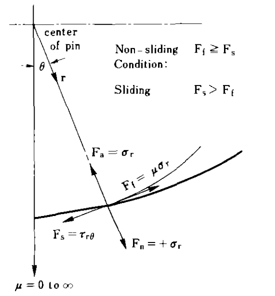

図1　木板とボルトの接触面における垂直方向と接線方向の力

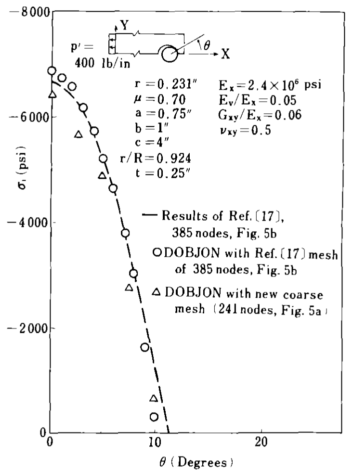

図2　穴周囲の半径方向の応力分布

接触面に垂直方向の応力 σ_r と接触面に接線方向のせん断応力 $\tau_{r\theta}$ を接触面上の節点について計算する。接触面に生じる摩擦応力 $|\mu\sigma_r|$ とせん断力 $|\tau_{r\theta}|$ の大小により，節点はすべり続けるか，あるいは固定されるかが決められる（図1）。

節点は一度固定されると，以後の載荷中固定され続ける。

（3）　次の荷重階に計算を進めるかの判断

例題として検討したメカニカルジョイントの内，直交異方性を有する木製部分の形状および荷重は図2中の説明図に示す。ボルトは剛体と仮定し，固定する。全体座標系（X, Y）の他に，ボルトに接触している部分の接触面に垂直方向および接線方向の変位，応力，力を得るために，ボルトの中心を原点とする極座標系（R, θ）を用いている。図2に本手法を用いた解析結果を示す。この結果より，本手法による解析結果は既往の解析結果に一致し，また既往の解析に用いたメッシュよりも粗いメッシュを用いても，ほぼ同様の解が得られるとしている。

（鹿島建設　塚本正彰，東京工業大学　和田章・抄）