

「建築音響解析ライブラリAACOUST」利用の手引

大鶴， 徹
大分大学工学部建設工学科

<https://doi.org/10.15017/1470240>

出版情報：九州大学大型計算機センター広報. 26 (5), pp.549-554, 1993-09-27. 九州大学大型計算機センター
バージョン：
権利関係：

「建築音響解析ライブラリ AACOUST」利用の手引*

大鶴 徹†

プログラム形式	サブルーチン副プログラム
作成者	大鶴 徹 (大分大学工学部建設工学科)
作成年月日	1993年3月1日
利用者の義務	本プログラムを使用して得られた結果を公表する場合、プログラム名を明記する
ソースの公表	当面公表しない
使用 OS	MSP(M1800, VP2600)

AACOUST(subroutine program library for Architectural Acoustics) は、建築音響関連分野での使用を主眼とする有限要素解析のためのサブルーチンプログラムライブラリーです。現在の Ver.1.0 には、室や弾性壁体に関わる基礎的な解析に用いる各マトリクス算定サブルーチン3種と、室の外形から各要素の節点の位置情報を算定するサブルーチン1種、並びに、それらの算定の際に用いるスレーブサブルーチンからなっています。なお、市販の有限要素法パッケージが数多く存在している現在、M1800, VP2600 における数値計算プログラム中へ CALL して用いることが可能、という点にこそ本ライブラリーの意義があるものと思われれます。従って、複雑なメッシュ分割の処理等に関しては、ワークステーションやパソコン等グラフィクスによるインターフェースの充実した機器の利用が有効かと考えます。それらの機器を用い、要素のメッシュデータ等を作成した後、そのデータと本ライブラリーを利用して VP 上で大型数値解析を実施してもよいでしょう。しかし単純な2乃至3次元メッシュの解析では、本ライブラリーのサブルーチンのみによる解析の方が容易となる場合もあるかと思われれます。今後、壁体の音響放射特性算定ルーチンその他の追加を含め、バージョンアップして行く予定です。

サブルーチン名	機能
KEMEP4	4 節点 12 自由度板曲げ要素の算定
KEAIR8	8 節点 8 自由度音響要素の算定
MEAIR8	8 節点 8 自由度アイソパラメトリック音響要素の算定
NODE8	6 面体の等分割メッシュ生成

AACOUST サブルーチンの機能

*1993年7月25日受理

†大分大学工学部建設工学科

1 KEMEP4

4 節点 12 自由度板曲げ要素の剛性マトリクス $[K]$, 及び要素質量マトリクス $[M]$ 算定サブルーチン.

CALL KEMEP4(A,B,SIG,ROU,H,E,KP,MP,TT)

1. 機能

4 節点 12 自由度板曲げ要素 (付図 1) の $[K],[M]$ を求める. なお, 要素節点変位ベクトル $\{d\}_e$ および, 要素内部の面外方向変位成分 w に関する内挿関数 $[N_w]$ は次式の通りである. (以下, $[]$ 及び $\{ \}$ はそれぞれマトリクス及びベクトルを, また, $[]^{-1}$, $[]^T$ はそれぞれ逆行列及び転置行列を表す.

$$\{d\}_e = \{w_1, \theta_{x1}, \theta_{y1}, w_2, \theta_{x2}, \theta_{y2}, w_3, \theta_{x3}, \theta_{y3}, w_4, \theta_{x4}, \theta_{y4}\}^T$$

$$w = [N_w]\{d\}_e$$

$$[N_w] = [P][T]^{-1}$$

$$[P] = [1, \frac{x}{a}, \frac{y}{b}, (\frac{x}{a})^2, \frac{xy}{ab}, (\frac{y}{b})^2, (\frac{x}{a})^3, (\frac{x}{a})^2 \frac{y}{b}, \frac{x}{a} (\frac{y}{b})^2, (\frac{y}{b})^3, (\frac{x}{a})^3 \frac{y}{b}, \frac{x}{a} (\frac{y}{b})^3]$$

$$[K] = \int_0^a \int_0^b [B]^T [D] [B] dx dy$$

$$[M] = \rho h \int_0^a \int_0^b [N_w]^T [N_w] dx dy$$

ここで

$$[D] = \frac{Eh^3}{12(1-\sigma^2)} \begin{bmatrix} 1 & \sigma & 0 \\ \sigma & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\sigma}{2} \end{bmatrix}$$

$$[B] = \begin{bmatrix} -\frac{\partial^2 N_{w1}}{\partial x^2} & -\frac{\partial^2 N_{w2}}{\partial x^2} & \dots & -\frac{\partial^2 N_{w8}}{\partial x^2} \\ -\frac{\partial^2 N_{w1}}{\partial y^2} & -\frac{\partial^2 N_{w2}}{\partial y^2} & \dots & -\frac{\partial^2 N_{w8}}{\partial y^2} \\ 2\frac{\partial^2 N_{w1}}{\partial x \partial y} & 2\frac{\partial^2 N_{w2}}{\partial x \partial y} & \dots & 2\frac{\partial^2 N_{w8}}{\partial x \partial y} \end{bmatrix}$$

但し, N_{wi} は $[N_w]$ の要素.

2. パラメータ (全て REAL*8)

A	入力	x 方向要素長 $a(m)$
B	入力	y 方向要素長 $b(m)$
SIG	入力	板のポアソン比 σ
ROU	入力	板の質量 $\rho(kg/m^3)$
H	入力	板厚 $h(m)$
E	入力	板のヤング率 $E(N/m^2)$
KP	出力	板の剛性マトリクス $[K]$. KP(12,12) なる 2次元配列
MP	出力	板の質量マトリクス $[M]$. MP(12,12) なる 2次元配列
TT	出力	マトリクス $([T]^{-1})^T$. TT(12,12) なる 2次元配列 $[P]^T$ に左から乗ることにより $[N_w]^T$ が得られる

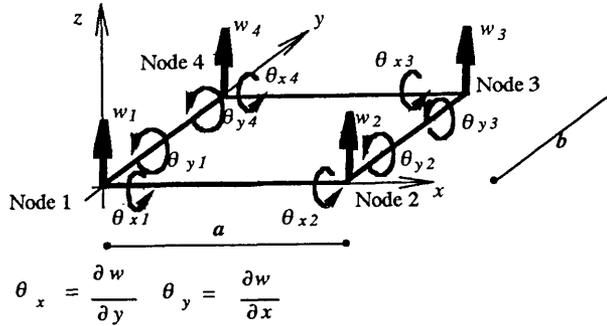


図 1: 4 節点 12 自由度板曲げ要素

3. 使用上の注意

- 使用する副プログラム
 - SSL II : DALU, DLUIV, DMSGM

2 KEAIR8

8 節点 8 自由度音響要素の $[K]$ マトリクス算定サブルーチン

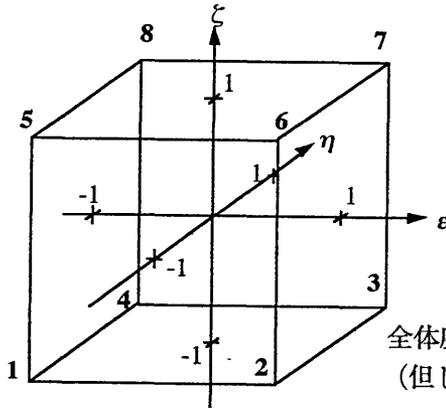
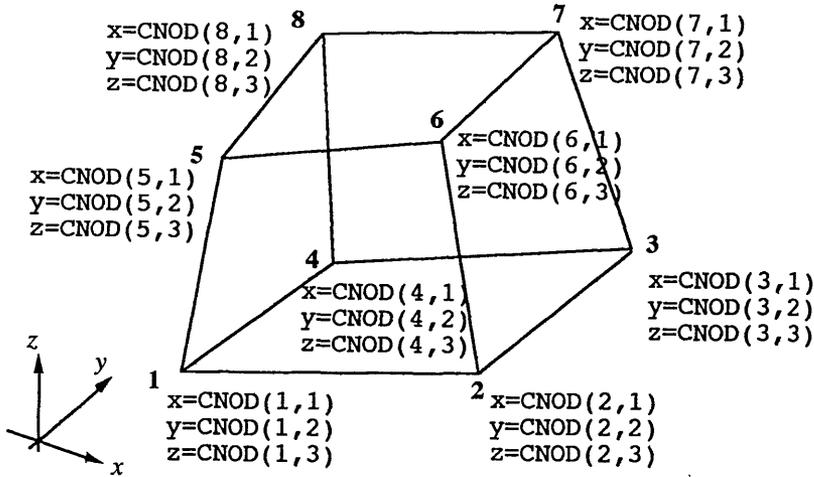
CALL KEAIR8(CNOD,KA,ROUA,CA)

1. 機能

8 節点 6 面体アイソパラメトリック音響要素 (付図 2) の $[K]$ マトリクスを求める。なお、内挿関数 $[N_a]$ および $[K]$ の算定式は以下の通りである。

$$N_{ai} = \frac{1}{8} \begin{bmatrix} (1-\varepsilon)(1-\eta)(1-\zeta) \\ (1+\varepsilon)(1-\eta)(1-\zeta) \\ (1+\varepsilon)(1+\eta)(1-\zeta) \\ (1-\varepsilon)(1+\eta)(1-\zeta) \\ (1-\varepsilon)(1-\eta)(1+\zeta) \\ (1+\varepsilon)(1-\eta)(1+\zeta) \\ (1+\varepsilon)(1+\eta)(1+\zeta) \\ (1-\varepsilon)(1+\eta)(1+\zeta) \end{bmatrix}$$

$$[K] = \frac{1}{\rho_0} \iiint_e \begin{bmatrix} \frac{\partial N_{a1}}{\partial x} & \frac{\partial N_{a1}}{\partial y} & \frac{\partial N_{a1}}{\partial z} \\ \frac{\partial N_{a2}}{\partial x} & \frac{\partial N_{a2}}{\partial y} & \frac{\partial N_{a2}}{\partial z} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{\partial N_{a8}}{\partial x} & \frac{\partial N_{a8}}{\partial y} & \frac{\partial N_{a8}}{\partial z} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial N_{a1}}{\partial x} & \frac{\partial N_{a2}}{\partial x} & \dots & \frac{\partial N_{a8}}{\partial x} \\ \frac{\partial N_{a1}}{\partial y} & \frac{\partial N_{a2}}{\partial y} & \dots & \frac{\partial N_{a8}}{\partial y} \\ \frac{\partial N_{a1}}{\partial z} & \frac{\partial N_{a2}}{\partial z} & \dots & \frac{\partial N_{a8}}{\partial z} \end{bmatrix} dx dy dz$$



全体座標系 (上) 及び局所座標系 (下)
(但し、座標変換は自動的に行われる。)

図 2: 8 節点アイソパラメトリック音響要素

(但し積分は要素 e の領域について行なう。また N_{ai} は $[N_a]$ の要素)

2. パラメータ (全て REAL*8)

CNOD	入力	節点の位置情報。CNOD(8,3) なる 2 次元配列。 CNOD(i,1) : 節点 i の x 座標 (m) CNOD(i,2) : 節点 i の y 座標 (m) CNOD(i,3) : 節点 i の z 座標 (m) 6 面体の室を等分割する場合は、室外形と要素番号を指定し NODE8 を用いることにより CNOD を容易に設定できる
KA	出力	音響系の $[K]$ マトリクス。KA(8,8) なる 2 次元配列。
ROUA	入力	空気の質量 $\rho_0(\text{kg}/\text{m}^3)$
CA	入力	音速 $c(\text{m}/\text{sec})$

3. 使用上の注意

- 使用する副プログラム
 - SSLII : なし
 - AACOUST : JJDET, BAJDJ, TASU, B2
- パラメータ CA は後述の MEAIR8 との形式的対応上入力する。内部では参照されない。

3 MEAIR8

8 節点 8 自由度アインパラメトリック音響要素の $[M]$ マトリックス算定サブルーチン

CALL MEAIR8(CNOD,MA,ROUA,CA)

1. 機能

8 節点 8 自由度音響要素 (付図 2) の $[M]$ マトリックスを求める。但し $[N_a]$ は KEAIR8 と同一の関数を用い、また $[M]$ の定義は次式の通りである。

$$[M] = \frac{1}{\rho_0 c^2} \int \int \int_e [N_a]^T [N_a] dx dy dz$$

(但し積分は要素 e の領域について行なう)

2. パラメータ (全て REAL*8)

CNOD	入力	節点の位置情報 CNOD(8,3) なる 2 次元配列。KEAIR8 の項参照
MA	出力	音響系の $[M]$ マトリックス。MA(8,8) なる 2 次元配列
ROUA	入力	空気の質量 $\rho_0(kg/m^3)$
CA	入力	音速 $c(m/sec)$

3. 使用上の注意

- 使用する副プログラム
 - SSL II : なし
 - AACOUST : JJDET, SITESU, B2

4 NODE8

6 面体の等分割メッシュ生成サブルーチン

CALL NODE8(GLNOD,NEX,NEY,NEZ,NE,NOD,CNOD)

1. 機能

6 面体 (付図 3) を x, y, z 各方向にそれぞれ NEX, NEY, NEZ に等分割した場合の NE 番目の要素の全体座標 CNOD と、その要素節点番号 1 ~ 8 の全体節点番号 NOD を算定する。

2. パラメータ

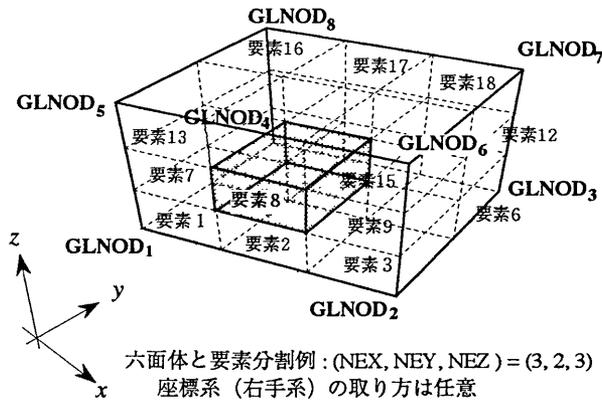


図 3:

GLNOD	入力	REAL*8	室の外形を示す 8 節点の位置情報 GL(8,3) なる 2 次元配列。 GLNOD(i,1): 節点 i の x 座標 (m) GLNOD(i,2): 節点 i の y 座標 (m) GLNOD(i,3): 節点 i の z 座標 (m)
NEX, NEY, NEZ	入力	INTEGER*4	それぞれ x, y, z 方向の分割数
NE	入力	INTEGER*4	節点の位置を求める当該の要素番号
CNOD	出力	REAL*8	節点の位置情報。 CNOD(8,3) なる 2 次元配列。 KEAIR8 の項参照。

3. 使用上の注意

- 使用する副プログラム
 - SSL II : なし
 - AACOUST : SHAPE

【参考文献】

- O.C.Zienkiewicz(吉識 雅夫, 山田 嘉昭 監訳): 「マトリクス有限要素法」培風館.
- 大鶴, 山本: 日本音響学会誌第 44 巻 4 号 pp293-299 (1988).
- T.Otsuru: Proc.of Second International Congress on Recent Developments in Air- & Structure- Borne Sound and Vibration, pp477-484 (1992).
- 加川 幸夫: 「有限要素法による振動・音響工学/基礎と応用」培風館.