Analysis example collection-11

Static magnetic field use equivalent current



項目	章	タイトル
起動	1.1	μ-MF の開始
条件設定	1.2	Step1 モデル情報を取り込む
	1.3	Step2 材料と励磁を決める
	1.4	Step3 励磁の値を入力
	1.5	Step4 境界条件を決める
	1.6	Step5 その他解析条件の設定
	1.7	Step6 設定した条件をファイル出力
	1.8	Step7 解析の実行
	1.9	Step8 実行結果をモデル出力
	1.10	設定条件保存(master ファイルの保存)
結果処理	1.11	結果表示(MFGUI の起動)
	1.12	任意点の結果を出力

目次

1.1 µ-MF の開始

Master の起動 ※μ-MF の GUI(ユーザーインターフェース)を Master と呼ぶ





作業フォルダを選択 folder:

C:¥MU-TEC¥mu-MasterV*.*¥example¥ example11-静磁場-等価電流



Master ファイルを開く

過去の設定条件を復元する master filename : msh1.master ※新規解析の場合はウィザードから開始する

mu-MF 3.6.1_64bit_transient (c)2022 mu-TEC Co., LTD.

ファイル ウィザード 形状	解	析条件	解材	f実行	計算結果	後処理
masterファイルを開く						
masterファイルの保存		muMF/N	vlaste	rV3.6.1	1/example/ex	kample11-
最近使用した作業場所	۲					
作業場所の選択		XY	ΥZ	ZX) <u>, </u>
アプリケーションの終了	•	i4bit_tra	ansie	ent		

●目目へ						×
\leftarrow \rightarrow \checkmark \bigstar MU-TEC > mu-MasterV3.6.1 > example > example	ole11-静磁場-等価電流 →	~	Ö 🔎 e	xample11-静磁場	-等価電	沆
整理 ▼ 新しいフォルダー				• • •		?
🔒 東北電力 🖈 🔨 名前	更新日時	種類	サイズ			
07.ex検討-寸法图 mu-wok	2022/08/19 8:36	ファイル フォルダー				
example11-静磁 📴 msh1.master	2022/08/19 8:37	ASP.NET Master Pa	7,908 KB			
🔒 manual原紙						
manual原紙old						
PC						
↓ ダウンロード						
ニ デスクトップ						
🖹 ドキュメント						
■ ピクチャ						
🔀 ビデオ						
🟪 OS (C:)						
• ···· · · · · · · · · · · · · · · · ·						_
ファイル名(N): msh1.master			∽ mu-M	F Sites ster)		\sim
			開	(0)	ャンセル	

1.2 Step1 モデル情報を取り込む



1.3 Step2 材料と励磁を決める

Model に設定されている1から5までのプロパティに、材料を設定する



※各プロパティに設定されている内容を以下に示す

(この操作は設定を確認しているだけ)

Property 1



材料	air	解析空間
励磁	なし	





材料	s17c	ヨーク
励磁	等価電流	コイルの内部

※この例題ではコイル励磁を等価電流で与える

コイル領域とその内部領域にコイルの作る磁界 H を与えることにより等価な励磁になる 値 H(A/m)は、

コイルのトータル電流値(一本の電流値×巻き数)AT(Aturn)、コイルの高さ h(m)として

H(A/m) = AT(Aturn)/h(m)



材料	air	コイルは非磁性
励磁	等価電流	コイル領域

※コイル自体にも等価電流を与える

コイル領域とその内部領域にコイルの作る磁界日を与えることにより等価な励磁になる

値 H(A/m)はコイル内部領域の半分

コイルのトータル電流値(一本の電流値×巻き数)AT(Aturn)、コイルの高さh(m)として

 $H(A/m) = 0.5 \times AT(Aturn)/h(m)$

励磁



※この例題は、ヨーク(ポールピー	ス)により、評価領域の空間に指定	磁場を作るのが目的

なし

1.4 Step3 励磁の値を入力

等価電流(コイルの作る磁界)の向きと大きさを与える

Property 3

] 静磁界	解析ウィザー	۰ř										_	-		×
7	マイル 剣	释析条件 、	y-ル ^	ルプ												
S	tep 3 励	城の値を入	<i>.</i> л								設定状況					
	登録した	ブロパティ										Stop 1 エデル	性振动的	57.4.		_
	ID	励磁種類		座標系	×方向	y方向	z方向	励磁力	波形ID	流2 ^	1 J	ptep 1 ビデル Step 2 材料とf	前磁を決め	0 <u>000</u> 03		-
	3 4	等価電流	[A/m] [A/m]	-	-	-	-	-	-	-		Step 3 励磁0	」値を入力	، م ا		
											_	Step 4 境界条	件を決める	ò		-
											-	Step 5 その他i	解析条件0	り設定		
											-	Step 6 設定した	と条件をフ	ァイルと	出力	
											-	Step 7 解析の	実行			
											-	Step 8 実行結	果をモデル	/出力		
	<									>	モデル					
											mu-N	/F 3.6.1_64bit_	transient			
	励磁デー	-タ入力―														
															>	
				~+c	,		-+6					C				
				×/10.	1	y/ji¤j	2/3103						5.2	Tree of a		>
			励磁方[a) U.U		0.0	0.0								<u>.</u>	
			磁界[A	/m] 0.0								100	后	1		
			座標系									<u>.</u>		-2		
					0 直交座標							· • • ·	<u></u>			>
				0) 円筒座標											
				C)定義座標	U	\sim								>	
											>	S				
						登録					<u> </u>					
											表示す	るプロパティID	3			•
F	-												+ -		₽	
	8:43:21 A 8:43:21 A	M08/19/22 M08/19/22	解析種类 *** Step	頁・次元・励用 5 2 材料と励	磁と形状デー 加磁を決める	タが適切か確認 ***	記ます			^	XY	ZX YZ 🧎	. L	•		
0	9:16:54 A 9:16:54 A	M08/19/22 M08/19/22	ブロバテ *** Step	ィ登録情報 5 3 励磁の(を確認します 値を入力 ***										_	
0 n	9:20:25 A 9:20:26 A	M08/19/22 M08/19/22	*** Step プロパテ	2 材料と版 イ登録情報	施送を決める 茨確認 ます	***						···				
Ŏ	9:20:26 A	M08/19/22	*** Step	3励磁の	直を入力 ***						<	< 前に戻る	次	に進む	;>>	
L										×						

プロパティ3を選択

5	step	3 励码	磁の値を入力								
	登新	紀た	プロパティー・・・								
	ID	M	励磁種類	座標系	x方向	y方向	z方向	励磁力	波形ID	流2	ħ.
	3		等価電流 [A/m]	-	-	-	-	-	-	-	
	4		等価電流 [A/m]	-	-	-	-	-	-	-	
										L., .	1
2	<									>	

励磁データ入力				
		×方向	y方向	z方向
	励磁方向	0.0	0.0	-1
	磁界[A/m]	2e4		
	座標系			
		● 直交座標 ○ 田筒应標		
		○ 定義座標	0	2
			登録	

励磁の方向と大きさを入力し、登録する

磁界値 H(A/m)は、

コイルのトータル電流値(一本の電流値×巻き数)AT(Aturn)、コイルの高さ h(m)として H(A/m) = AT(Aturn)/ h(m)

●】静磁界 ファイル 解	『解析ウィザード 释析条件 ツール /	ヘルプ									_	C]	×
-Step 3 励	臓の値を入力								設定状況					
登録した	プロパティー									с 1 Т ="л	·/主夫尼士:百四 [1]	1+		_
ID	励磁種類	座標系	×方向	y方向	z方向	励磁力	波形ID	流2 ^		Step 1 モナル Stop 1 ねおおと	「1首単限で4以り」 「開始大ジキル」	<u>~</u> 2 z		-
3	等価電流 [A/m]	直交座標	0.0	0.0	-1	2e4	-	-	I 👗	Step 3 http://	前加速を決めた 乃値を入力	2		
	eatime@vill_tex.up									Step 4 境界条	件を決める			-
									-	Step 5 その他	解析条件の	設定		-
									-	Step 6 設定し	た条件をファ	マイル出げ	5	-
									-	Step 7 解析の	実行			
									-	Step 8 実行結	課をモデル	出力		
<								>	エデル					
									mut	1E36164bit	transient			
一际市场于"一	- \$\]								ind it	an ototrigo hore	_cranoloric			
1010 422 5	5001									_			>	
										c* *		CONTRACTOR OF		
		×方向]	y方向	z方向]						A CONTRACTOR		
	励磁方	向 0.0		0.0	0.0					*	林田子		ELS.	Ť.
	磁界[A	./m] 0.0		1								신지		J.
	座標表	R.		_							N.467,			
			〕直交座標							TT				5
		C)円筒座標									245		
		0) 定義座標	0	\sim								>	
									×	<				
·									N N					
				登録					Ż					
									表示す	るブロバティID	4			•
											4 -	III f	ф (2
履歴														
08:43:21 A 08:43:21 A 09:16:54 A	M08/19/22 解析種 M08/19/22 *** Ste M08/19/22 ブロバラ	類・次元・励刊 p 2 材料と励 ティ登録情報	磁と形状デー 加磁を決める を確認します	-タが適切かる *** t	鎺ひます			^	XY	ZX YZ	ι <u></u> ει	;		
09:16:54 A	M08/19/22 *** Ste M08/19/22 *** Ste	p3励磁の(p2材料と属	値を入力 ***	k Notek										
09:20:26 A 09:20:26 A	M08/19/22 プロパラ M08/19/22 *** Ste	ティ登録情報 19 3 励磁の(を確認します 値を入力 ***	Г к					<	< 前に戻る	次	こ進む >	->	
								*						

TD	「開磁種類	应槽系	√方向	した向	一方向	属服装力	「海形」の	[法7
$\frac{n\nu}{3}$		直交座標	0.0	0.0	-1	2e4	-	-
4	等価電流 [A/m]	-	-	-	-	-	-	-

Example11- Static magnetic field use equivalent current

励磁データ入力				
		×方向	y方向	z方向
	励磁方向	0.0	0.0	-1
	磁界[A/m]	1e4		
	座標系			
		● 直交座標 ○ 田笠应煙		
		○ □高座幅	0	~
			登録	

磁界値 H(A/m)はコイル内部領域の半分

コイルのトータル電流値(一本の電流値×巻き数)AT(Aturn)、コイルの高さ h(m)として H(A/m) = 0.5 × AT(Aturn)/ h(m) 1.5 Step4 境界条件を決める

🚺 静磁	界解析ウィザ	-K								×
ファイル - Step 4 d	解析条件 境界条件を決	ツール ヘルプ 3める					設定状況 Step 1 モデ Step 2 材料 Step 3 励磁 二 Step 5 その	ル情報を取り込む と励磁を決める の値を入力 <mark>早条件を決める</mark> 他解析条件の設定		
			磁界が垂直	磁界が平行	条件無し		Step 6 設定	した条件をファイル の実行	レ出力	
	Ē	解析領域外側面					- Step 8 実行	いえい 結果をモデル出ナ)	_
	×	=0 yz面	0	0	۲		モデル			
	У	=0 z×面	0	0	۲		mu=MF 3.6.1_64b	it_transient		
	z	=0 хута	0	0	۲					
	任意の座標	! 」こポテンシャルる	を設定				· · · · ·			
	座標系 文軸 文軸 文軸 了如	座標値[m] 〔 磁位[A] 〔	0.0	<u>座標系</u> 登録 削除	標値[m] 磁位[A]	~ ~	え示するプロパティ		>	T
履歴 09:16:54 09:20:25 09:20:25 09:20:26 09:20:26 09:30:15 09:30:15	AM08/19/22 AM08/19/22 AM08/19/22 AM08/19/22 AM08/19/22 AM08/19/22 AM08/19/22	プロパティ登録。 *** Step 3 励磁 *** Step 2 材料 プロパティ登録。 励磁登録指報を *** Step 3 励磁 *** Step 4 境界	情報を確認します 約値を入力 *** と励磁を決める ** 情報を確認します 約値を入力 *** で確認します 禁条件を決める ***	***		^	▲ ▼ 4 ↓ XY ZX YZ <<前に戻る	ی کے کی ا	I ⊕ ■■ ⊞	

条件なしにする

	磁界が垂直	磁界が平行	条件無し
解析領域外側面	0	0	0
x=0 yz面	0	0	۲
y=0 zx面	0	0	۲
z=0 ху面	0	0	۲

※ハーフモデル等の時に利用する

<< 前に戻る	次に進む >>

1.6 Step5 その他解析条件の設定

● 静磁界解析ウィザード			- 🗆 X
ファイル 解析条件 ツール ヘルプ) =	ν.
Step 5 その他解析条件の設定 材料の線形・非線形 ○ 線形 ● 非線形 反復回数 20 ● 最/ ○ 平均	大相対誤差 如時対誤差		 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
			די)ע mu-MF 3.6.1_64bit_transient
○ SkyLine ○ ICCG ○ CC ○ SMS-AMG ● MRTR 反復回数 1000	5		
単位系			
○ m ● mm 履歴	() micron		
1932/1229 AM08/19/22 ***3 512 アイオスの加速な大いう *** 1922/026 AM08/19/22 ***3 512 うう 創版の/値を入力 *** 0932/026 AM08/19/22 ***3 512 う創版の/値を入力 *** 0938/015 AM08/19/22 #**3 512 中 1境界条件を表述の *** 19334/01 AM08/19/22 ***3 512 中 1境界条件を表述します 19334/01 AM08/19/22 ***3 512 中 5 その他解析条件の設定	***	•	<< 前に戻る (<< 前に戻る)次に進む >>>
材料の線形・非線形計算条件	非線形		
	反復回数	20	
	最大相対誤差		
	版市判 宁 储	0.05	
N 1 11 10 [%]		0.05	
אעני –			
	反復回数	1000	MRTR の場合不参照
	収束判定値	1e-8	MRTR の場合不参照
単位系	mm		

1.7 Step6 設定した条件をファイル出力



解析ファイル ana,geo ファイルの名前を付けと保存 同じ名前の out,pst ファイルが計算終了後に作成される

1.8 Step7 解析の実行



※実行時にはプロテクトキー(USB)が必要

Example11- Static magnetic field use equivalent current

1.9 Step8 実行結果をモデル出力

この例では、このステップは不要。Femap 等で結果表示する場合に使用





※設定ファイル(master ファイル)を保存する場合は、「はい」

Example11- Static magnetic field use equivalent current

C ARACINA AN		
1 并析案内		- X
「解析条件によるウィザードタ	讨岐	
解析の種類		
磁界解析 💿 静磁界	○ 交流磁界	○ 非定常磁界
		□リスタート計算
■ 電界解析 ○ 静雷界	○ 静雷流	
option 4tg		
		71#190
解析の次元		
● 3次元	· ① 2次元	
0 0,07	. 0 5/01	○ +m×111.
励磁種類		
電流 [A]	🗌 境界要	素
🗌 電位 [V]		
 ☑ 等価電流 [A/m]		
メイン画面に戻る		ウィザードの開始
u-MF 3.6.1_64bit_transient (c)2022 mu-TEC Co.,LT	D.	– 🗆 X
ファイル ウイザード 形状 解析条件 解析実行 計算 パス	結果 後処理 ツール オプション解析 ヘ	มวี
TF東ディレクトリ CO/MC TEO/MC Master V3.0.1/example モデル	e/example II-aptic %- + 10 0, mm	7EBK
× ✓ ✓ ► ♣ = XY YZ ZX ■ €		
ind Mi 3.0.1204bit2transient		
Y		
z x		
08:41:01 AM08/19/22 Welcome to mu-MF 3.6.1 64bit tran	nsient	
Welcome to mu-MF 3.6.1_64bit_transient		統合電磁界解析版

1.10 設定条件保存(master ファイルの保存)
 ※設定条件を保存する場合





1.11 結果表示(MFGUI の起動)



コイル励磁データ合成

コイル励磁データからFEM実行(静磁場限定)

結果をテキスト変換

任意点の結果を出力

Example11- Static magnetic field use equivalent current

8 N	/IFGUI[mm]								- 0	×
77	VILE V-ILE	ジオメトリ(の) モ	デル(M) メッシュ(F) 修正(R	削除の グルーブの) ボスト(s) ウィンドウ(M ALTIN				
D	新規作成(N)	Ctrl+N		9 N 9 : 🕰		N G G AT LE AL	he he had the las	t	ta ata ata sta	i lata
2	開<(O)	Ctrl+O	× ψ mim						d na na pa Z ha l a l	
	閉じる(L)	0-10		90 - ; • 1 1 1 1 0 00 1						
	上書き保存(S)									
	名前を付けて保存	7(A)						■]操TF(Pre)		Ψ #
_	インポート(1)	• 🚘	ジオメトリ(G)					■■カ式 ○フリーエッジ 【プロ/	《ティ毎】	
1	エクスポート(E)	•	モデル(M)					・フリーフェイス【プロ/	「ティ毎】	
56	ED Rillon	Chulu D	· アウトプット(0)					○メッシュ表示【全No	ode表示】	
≇⁄ ≳		Ctri+P						○ポリゴン表示		
•	ゴルシックの設定(R)							表示図法	省景色	
								●平行投影		
	初期設定(T)							プロパティ・グループ	011	
	アプリケーションの	終了(X)						表示プロパティ選択	0:All	\sim
							3	表示グループ選択	0:All	
								Eデルの拡大縮小 + 頃域の縦横倍率 X 1 字 Y 1 回転	► Z 1]•
										비사는
								的進択	軸の向け	ŧ
								XY面 YZ面 Z	×@ +/+	~
								IJtz	2h	
								確認項目 コポイント コライン コアーク	表示項目 一表題 一座標軸 一解析領域	
7-	า/มค	ሣ–ルጠ	ジオメトリにい	モデル(M)	メッシュ(F)	修		コサークル	□作業面	





計算を実行した作業フォルダの、geo ファイルと pst ファイルを読込む



描画操作(Post)	→ ‡ ×
描画種類	描画物理量
● 等高線	
○ ポテンシャル	fluxABS
○その他	fluxX
出力ステップ	fluxZ fluxABS
STEP 1:[0.00s]	fieldX fieldY
****	fieldZ fieldABS
· 油画設定 描画対象	eddyX eddyX
●空間	eddyZ
○断面(全体)	O断面(一部)
ベクトル正規化	●あり ○なし
等高線塗潰し	●あり ○なし
外形描画	●あり ○なし
光源影響	●あり ○なし
間引き設定	1/1 🗸
描画分割数	128
最小値~最大値((選択対象)
0.000786133	~ 0.78825
最小値~最大値((読込初期)
0.000786133	~ 0.78825
数値設定(対象)	数値設定(初期)
再描	画(数値)
描画操作 断面操作(法線+) 数値指定 +
描画操作(Pre)	描画操作(Post)



1.12 任意点の結果を出力



コイル励磁データ作成 コイル励磁データ合成

コイル励磁データからFEM実行(静磁場限定)

結果をテキスト変換 任意点の結果を出力 計算を実行した作業フォルダの、ana ファイルと out ファイルを読込む 任意点座標ファイル(*.csv)を指定し、計算実行



任意座標ファイルのフォーマット

(点数)

(X 座標)、(Y 座標)、(Z 座標) 単位はm



結果ファイル モデル名_interp_resl.txt のフォーマット X:m B:Tesla H:A/m

(X座標)(Y座標)(Z座標)(ポテンシャル)(Bx)(By)(Bz)(Hx)(Hy)(Hz)

