전력설비 주변의 전자계 분포해석

1999. 7. 9

한국전기연구소

명 성 호

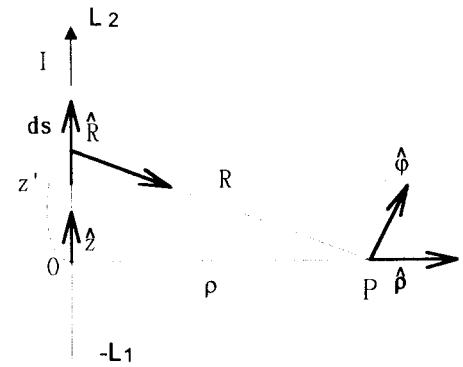
I. 서 론

1984년 WHO의 50000 mG로부터 시작된 전자계(EMF) 규제(Regulation)는 최근 WHO산하 국제방사선 보호협회(ICNIRP)에서 833mG까지 강화되었으며 최근 미국 등 선진 각국에서는 'Prudent Avoidance'(현명한 회피) 정책아래 전자계(EMF) 노출량(Exposure) 실태 파악 및 EMF 저감대책(Mitigation Method)을 중심으로 년간 200억 이상을 투입하여 집중적인 연구활동을 수행하고 있다. 전자계 문제는 범 국가적인 공공기술이므로 공공의 인적, 물적, 환경적 사회비용 손실을 최소화하기 위해서는 공공 복지의 차원에서 전자계 안전성 평가가 시급하다. 이러한 배경으로 본 연구에서는 전자계 중에서도 특히 문제가 되고 있는 자계(Magnetic Field)분포를 중심으로 여러 가지 전력설비(power facilities)(송전선(transmission lines), 지중케이블(underground Cable), 전철급전선(Railway electric feed system))를 대상으로 해석하고자 한다.

II. 3차원 자계 계산 원리

Basis is the Biot-Savart's law

$$H=\frac{I}{4\pi}\oint_C \frac{ds\times R}{R^3}$$

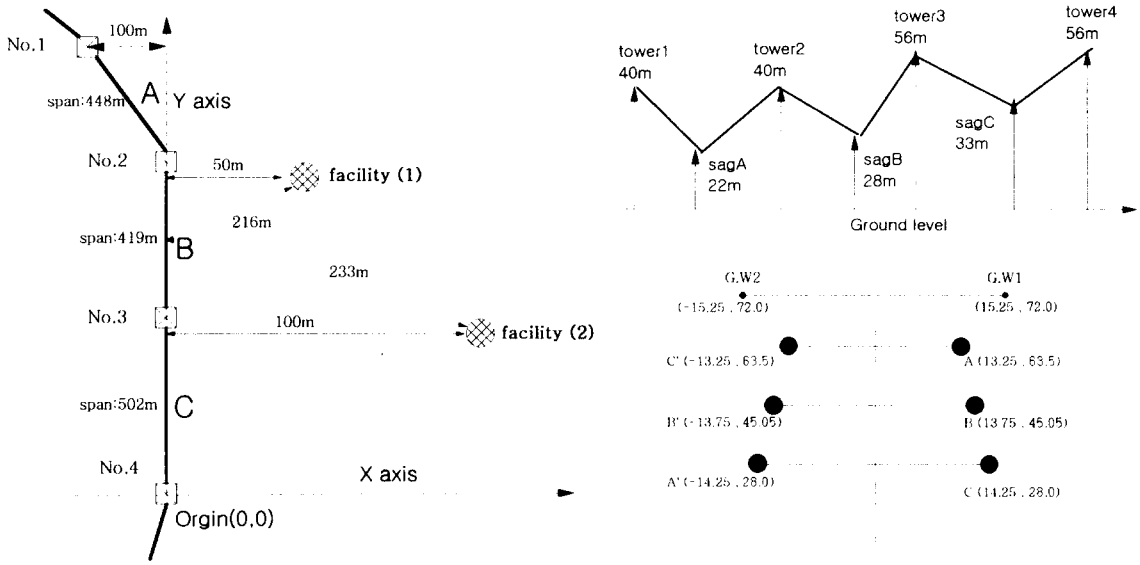


$$H=\frac{I\rho\hat{\phi}}{4\pi}\int_{-L_1}^{L_2}\frac{dz'}{(\rho^2+z'^2)^{3/2}}$$

$$=\frac{I\rho\hat{\phi}}{4\pi}\left[\frac{z'}{r^2(\rho^2+z'^2)^{1/2}}\right]_{-L_1}^{L_2}$$

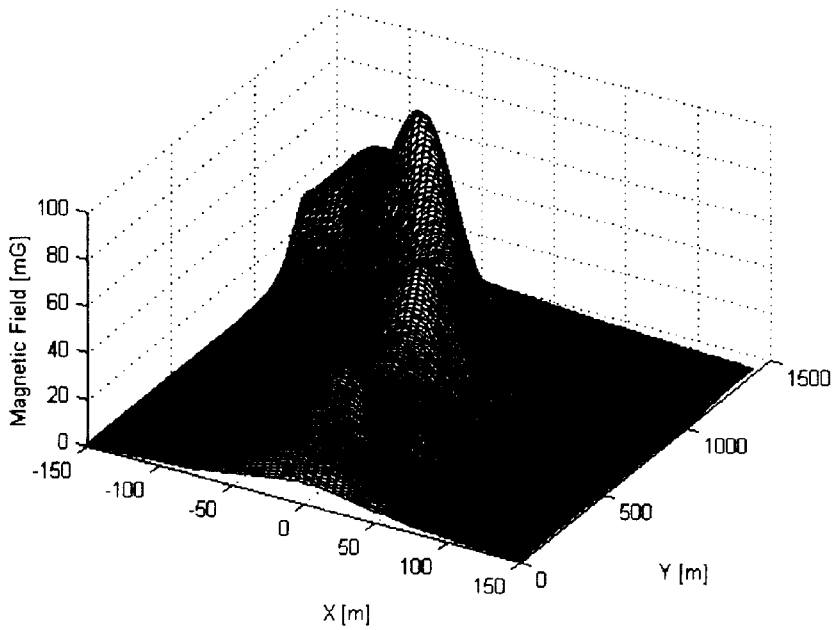
$$=\frac{I}{4\pi r}\left[\frac{L_2}{(\rho^2+L_2^2)^{1/2}}+\frac{L_1}{(r^2+L_1^2)^{1/2}}\right]\hat{\phi}$$

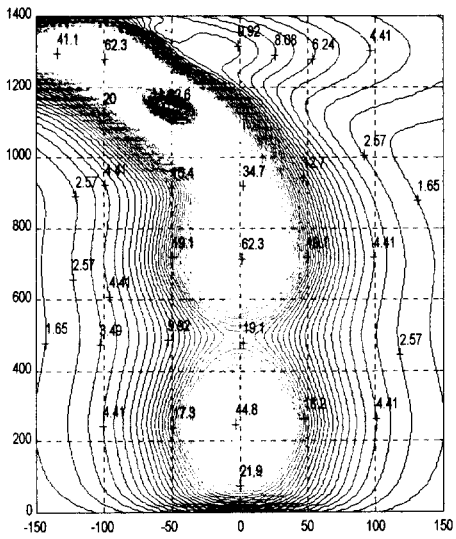
III. 가공 송전선로 주변의 3차원 자계 분포 해석



<Layout of 765kV Transmission Line>

Maximum current load is 1600A in the 765kV transmission line.





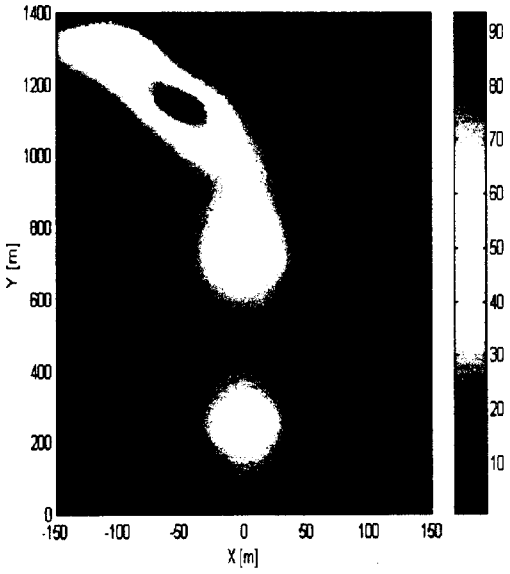


표 1. 지표상 자계강도 계산결과 비교표

(No. 2 ~ No. 3 간의 경간 최대 이도지점 B에서 X축 방향)

Distance[m]	2 D Calculation	3 D calcuaition	Error[%]
0	67.392	62.467	7.884
10	63.757	58.668	8.674
20	53.237	48.564	9.622
30	39.800	36.440	9.220
40	28.237	26.153	7.968
50	19.896	18.640	6.738
60	14.205	13.423	5.825
70	10.344	9.828	5.250
80	7.692	7.329	4.952
90	5.837	5.565	4.887
100	4.513	4.298	5.002

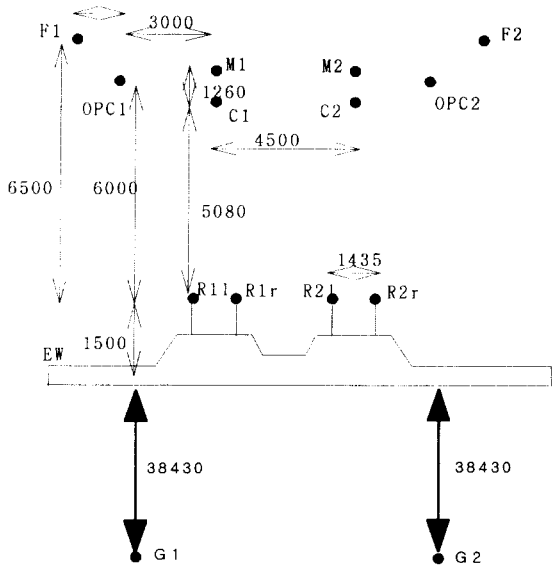
표 2. 지표상 자계강도 계산결과 비교표
(No. 1 ~ No. 2 간의 경간 최대 이도지점 A에서 X축 방향)

Distance[m]	2 D Calculation	3 D Calculation	Error[%]
0	99.359	93.497	6.269
10	94.409	84.964	11.116
20	76.177	64.949	17.287
30	52.489	43.391	20.967
40	34.443	27.961	23.182
50	22.880	18.319	24.897
60	15.643	12.439	25.757
70	11.027	8.837	24.782
80	8.000	6.605	21.120
90	5.955	5.206	14.387
100	4.535	4.312	5.171

표 3. 지표상 자계강도 계산결과 비교표
(No. 2 철탑에서 X축 방향)

Distance[m]	2 D Calculation	3 D Calculation	Error[%]
0	67.392	34.923	92.973
10	63.757	33.305	91.433
20	53.237	28.741	85.230
30	39.890	22.728	75.510
40	28.237	17.034	65.768
50	19.896	12.495	59.231
60	14.205	9.152	55.211
70	10.344	6.760	53.017
80	7.692	5.058	52.075
90	5.837	3.841	51.965
100	4.513	2.962	52.363

Ⅳ. 고속철도 급전계통 주변의 전자계 해석



F : feeder

OPC : overhead protection conductor

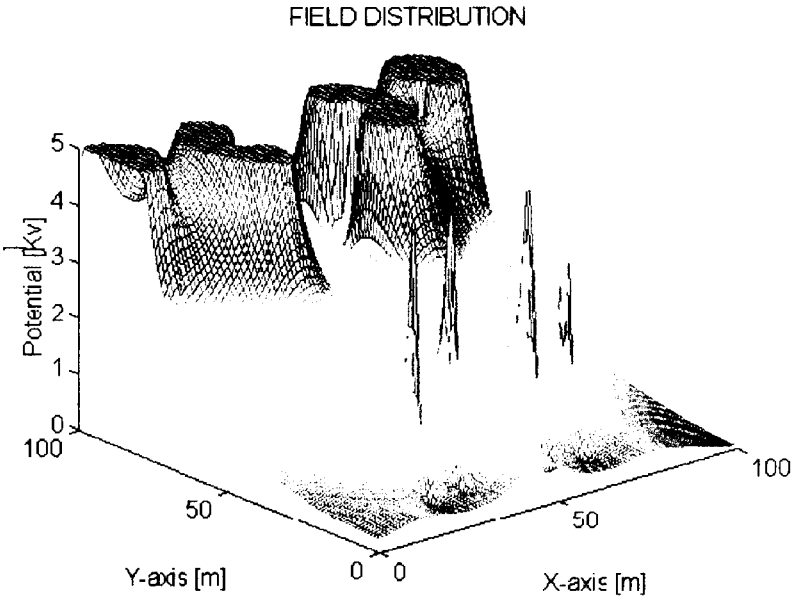
M : messenger wire

C : contact wire

EW : earth wire

G : earth current

1. 전계 해석



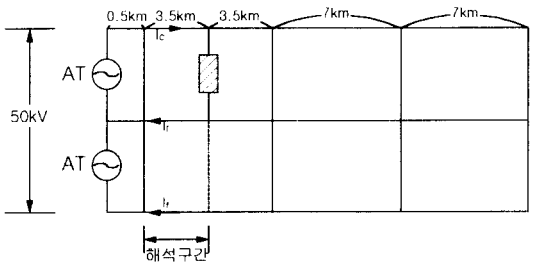
2. 자계 해석

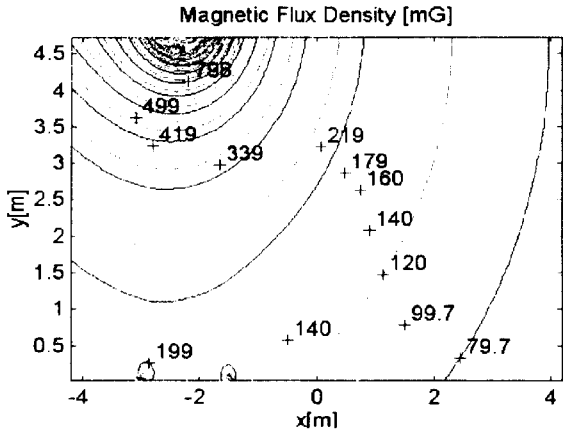
표 4. 전류 조건

	C1 (C2=0)	M1 (M2=0)	F1 (F2=0)	R1l=R1r (R2l=R2r=0)	OPC1 (OPC2=0)	EW1 (EW2=0)	G1 (G2=0)
CASE 1	297-62i	127-27i	-127+34i	-7+1i	-104+19i	-59+11i	-118+22i
CASE 2	213-52i	91-22i	-257+84i	-1-3i	-16-36i	-9-21i	-18-42i
CASE 3	214-55i	92-24i	-259+89i	-1-0.2i	-16-3i	-9-2i	-18-4i

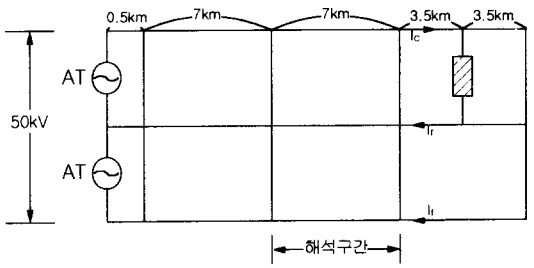
표 5. 계산 결과

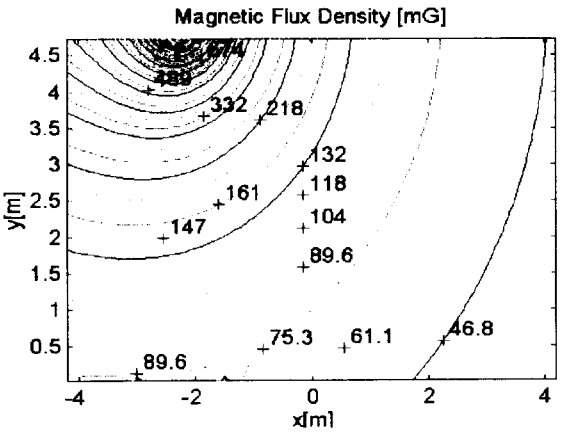
	Magnetic Field at 1 [m] above ground
CASE 1	179 [mG]
CASE 2	104 [mG]
CASE 3	102 [mG]



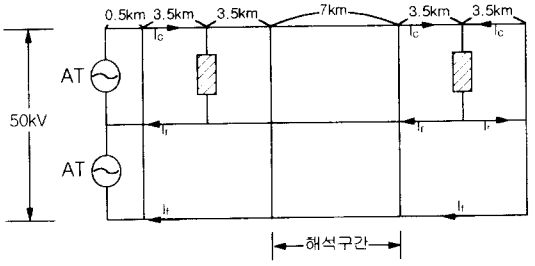


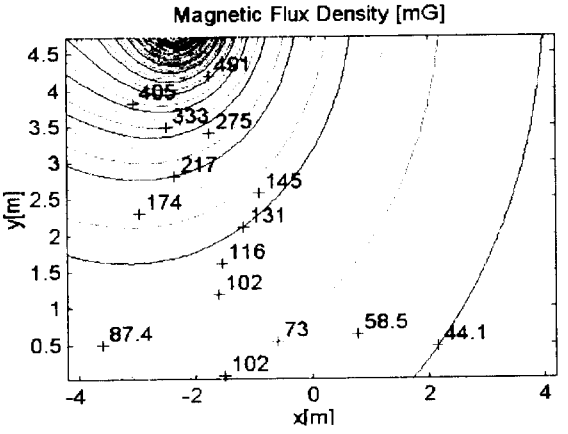
(a) CASE 1



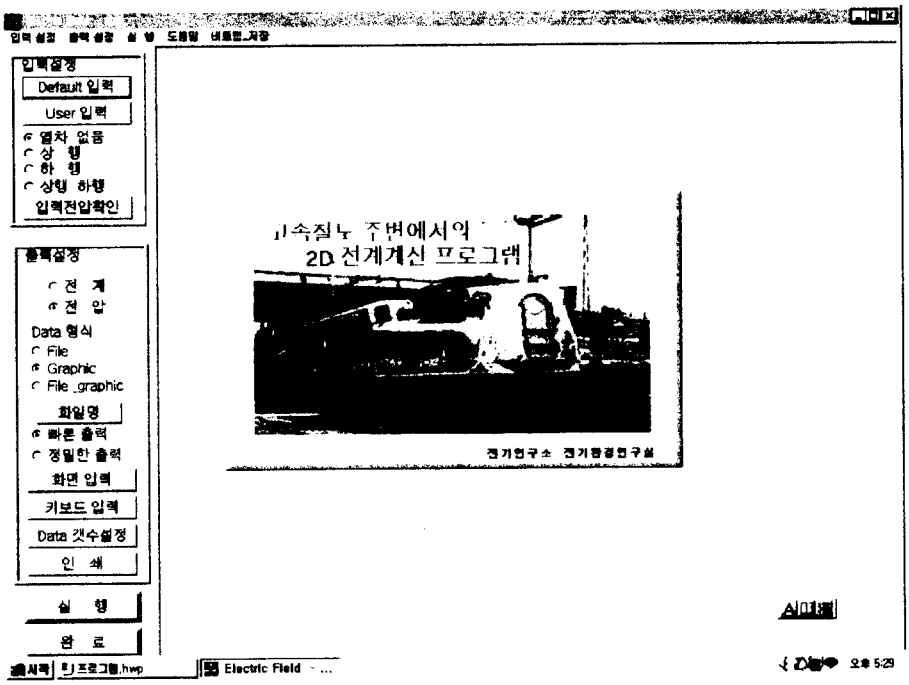


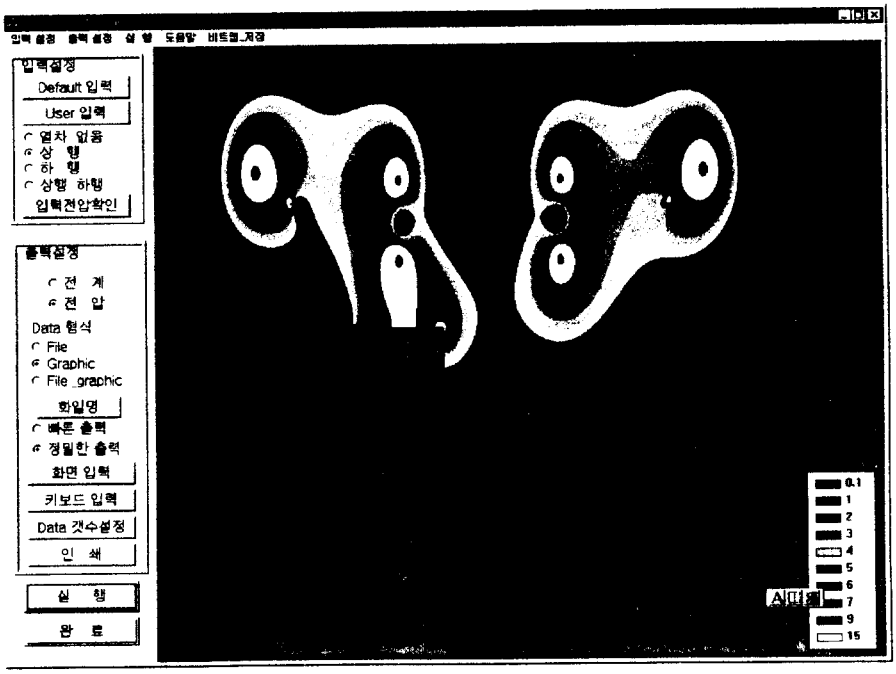
(b) CASE 2

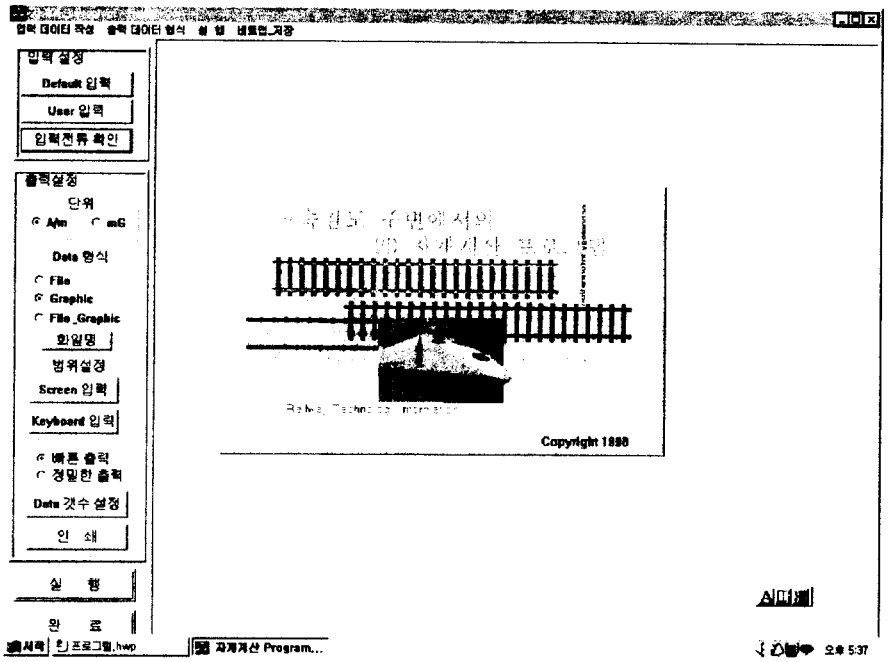


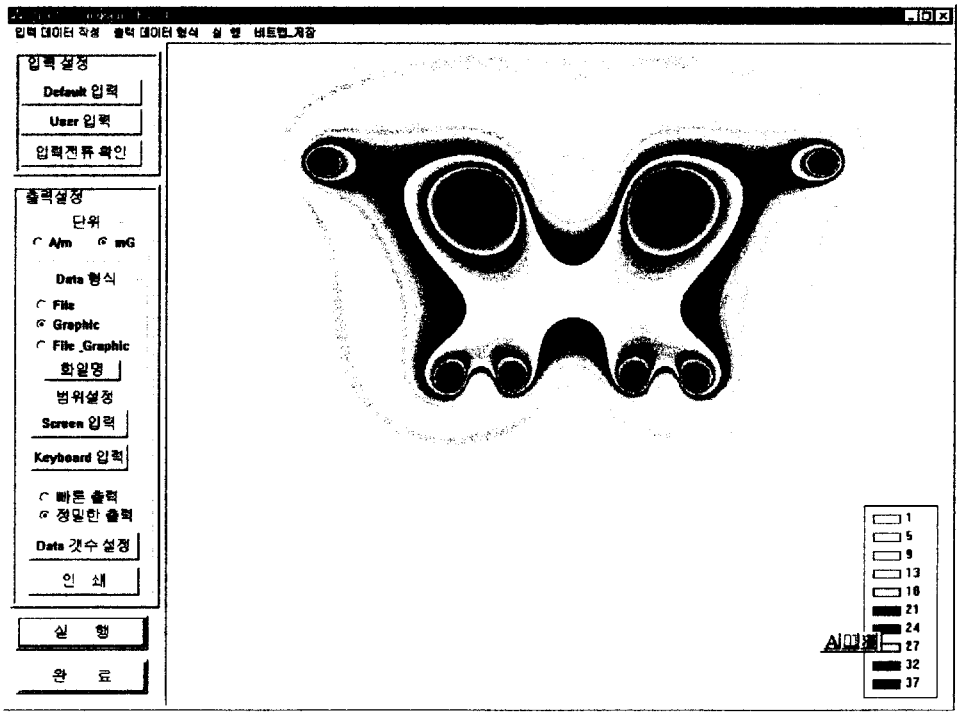


(c) CASE 3

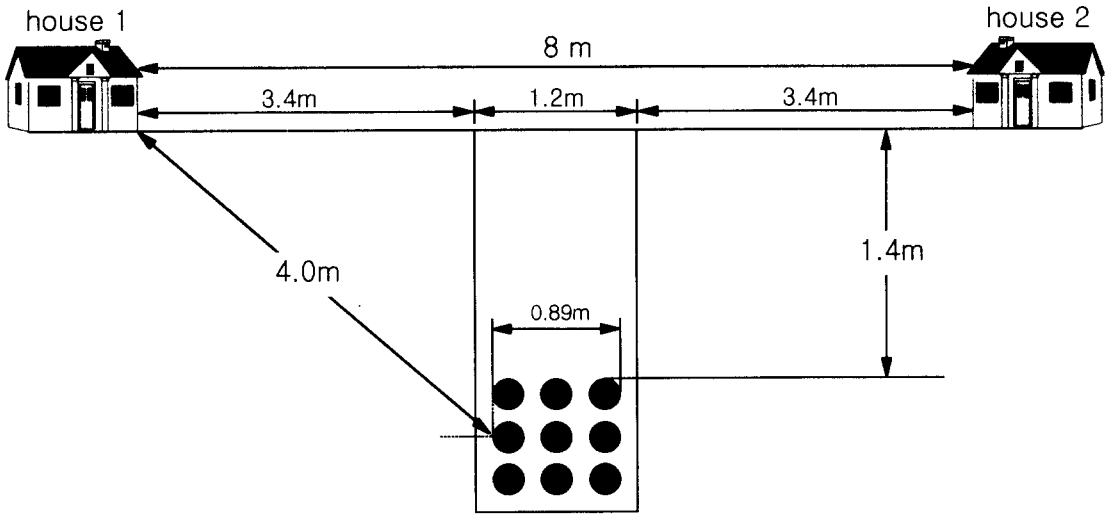

입력설정
Default 입력
User 입력
열차 없음
상 행
하 행
상행 하행
입력전압확인
출력설정
전 계
전 압
Data 형식
File
Graphic
File _graphic
화일명
빠른 출력
정밀한 출력
화면 입력
키보드 입력
Data 갯수설정
인 쇄
실 행
완 료
2D 전계계산 프로그램
전기연구소 전기환경연구실
Electric Field


입력설정
Default 입력
User 입력
열차 없음
상 행
하 행
상행 하행
입력전압확인
출력설정
전 계
전 압
Data 형식
File
Graphic
File _graphic
화일명
빠른 출력
정밀한 출력
화면 입력
키보드 입력
Data 갯수설정
인 쇄
실 행
완 료
0.1
1
2
3
4
5
6
7
9
15

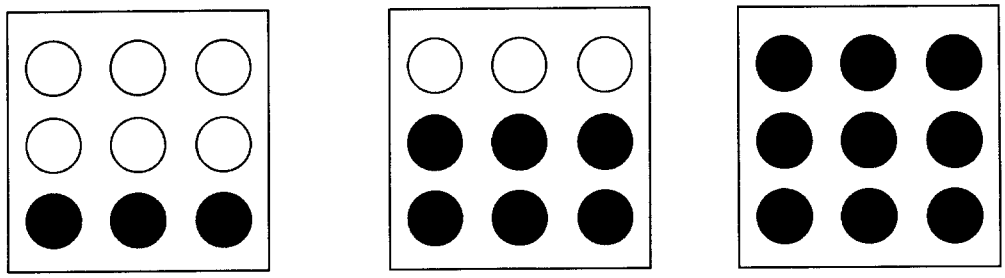

입력설정
Default 입력
User 입력
입력전류 확인
출력설정
단위
A/m
mG
Data 형식
File
Graphic
File_Graphic
화일명
범위설정
Screen 입력
Keyboard 입력
빠른 출력
정밀한 출력
Data 갯수 설정
인 쇄
실 행
완 료
Copyright 1998
시작
오후 5:37


입력설정
Default 입력
User 입력
입력전류 확인
출력설정
단위
A/m
mG
Data 형식
File
Graphic
File_Graphic
화일명
범위설정
Screen 입력
Keyboard 입력
빠른 출력
정밀한 출력
Data 갯수 설정
인 쇄
실 행
완 료
1
5
9
13
16
21
24
27
32
37
시작

V. 22.9 kV 지중 배전선로 주변의 자계 해석

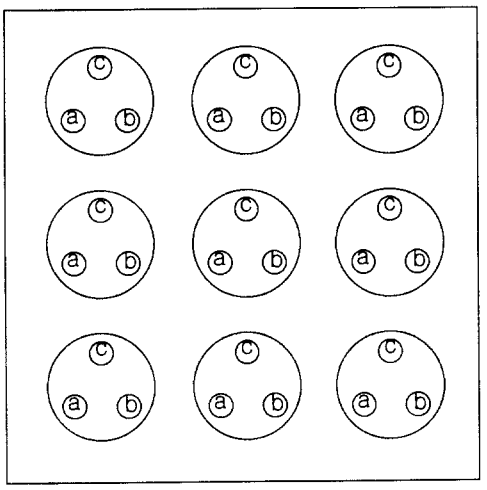


<지중 배전선로 매설 단면도 및 건축물과의 이격거리(distance)>

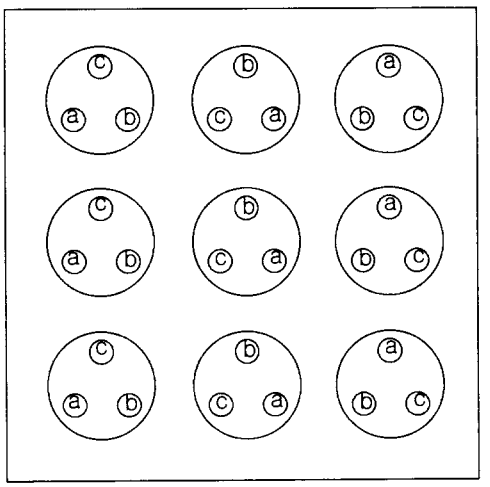


(a) 3 line (b) 6 line (c) 9 line

<지중 배전선로 매설 조건>



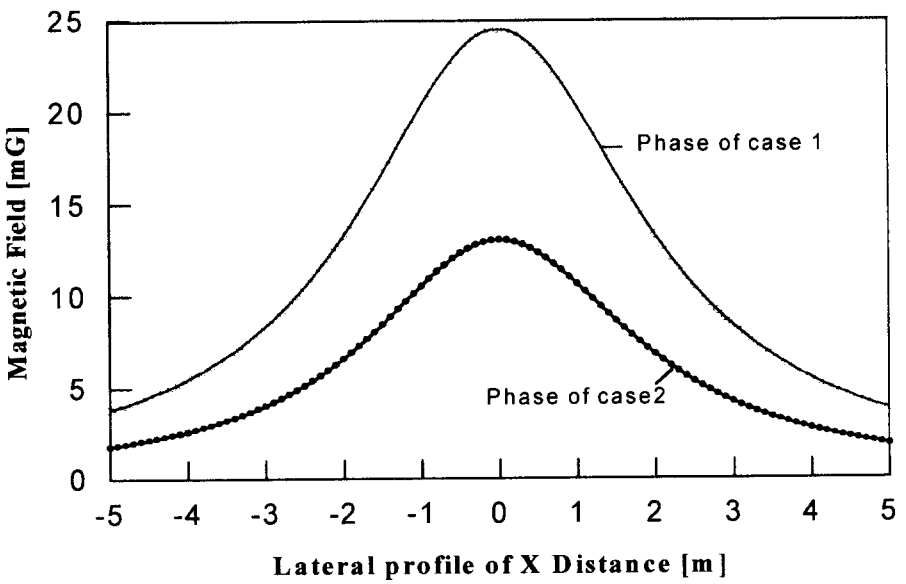
(a) Case 1



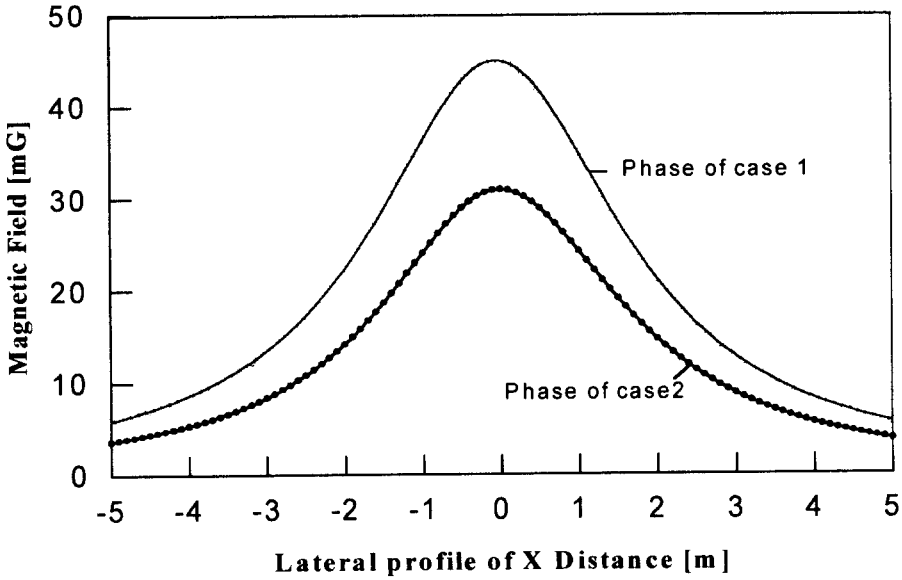
(b) Case 2

<상배열 방법>

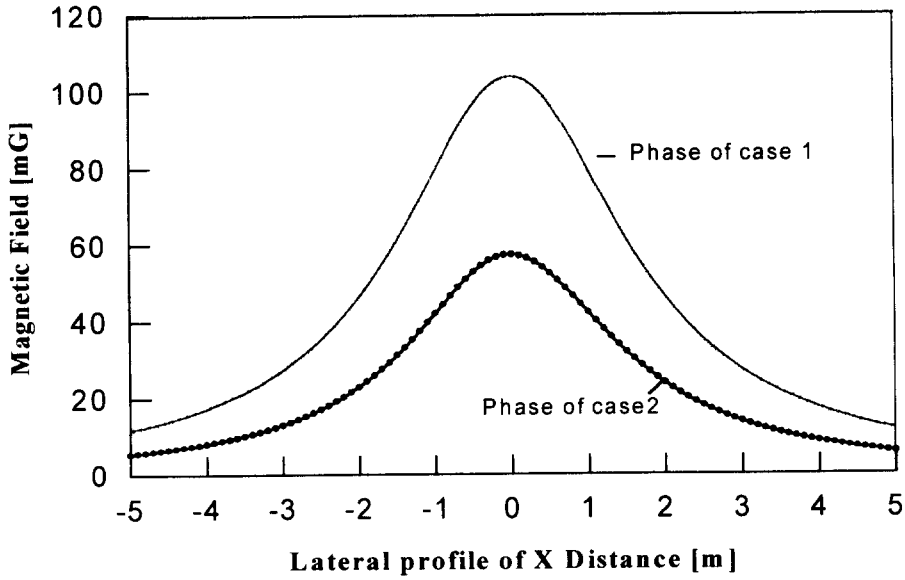
The load current is 100A



a) 3 line



(b) 6 line



(c) 9 line

VI. 결 론

- 3차원 자계 해석 방법
- 송전선로 주변의 2차원 자계 계산과 3차원 자계 계산 비교
- 고속철도 주변의 전자계 분포 해석
- 지중 케이블 주변의 상배열에 따른 자계분포 해석