

제 5 장 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 태양광 전달장치의 예측 설계 도구 개발

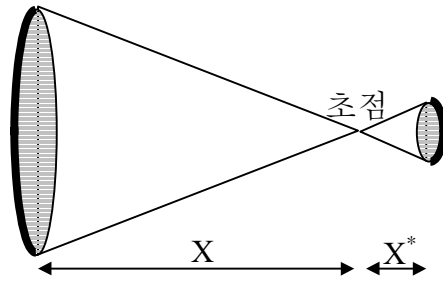
5.1 컴퓨터 시뮬레이션의 개요

본 연구를 통해 개발된 컴퓨터 모델을 이용하여 태양광 전달장치의 성능에 영향을 주는 집광형태에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. 입사되는 법선면 직달조도값에 대한 각 집광형태에 따른 성능을 비교, 검토하여 표로 나타내었다.

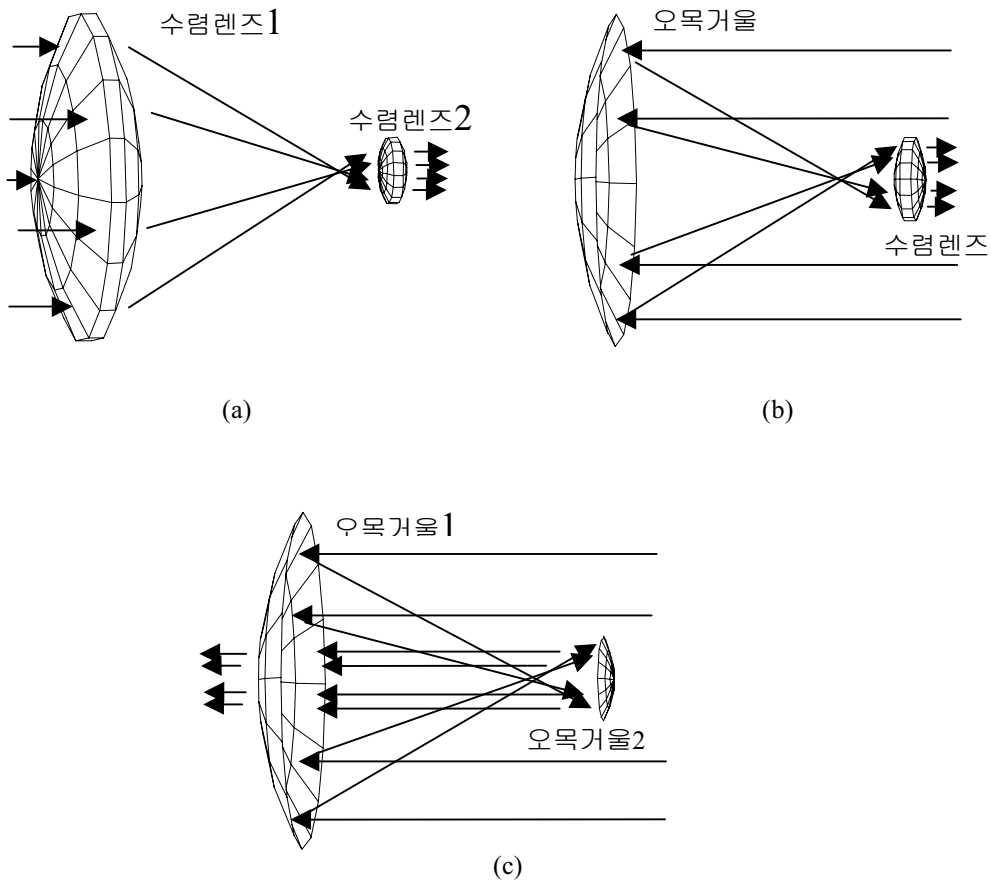
집광장치의 집광 성능 및 효율에 영향을 미치는 변수는 다음의 6 가지로 요약될 수 있다.

- (1) 집광방식 3 가지
- (2) 평행한 빛을 한 초점으로 모으는 1 차 광학장치의 면적
- (3) 1 차 광학장치의 초점거리[X] 와 2 차 광학장치의 초점거리[X']의 비
- (4) 법선면 직달조도
- (5) 각 광학장치의 곡률 정밀도, 투과율 및 반사율
- (6) 반사횟수 및 공기의 혼탁도

집광방식은 크게 3 가지 형태가 있으며 각 광학장치는 한 개의 초점을 대칭으로 두 개의 초점거리가 있다. [그림 5.1.1]은 1 차 광학장치의 초점거리 [X]와 2 차 광학장치의 초점거리 [X']의 비를 보여주고 있다. [그림 5.1.2]는 집광형태 3 가지를 보여주고 있으며, (a)는 1 차 수렴렌즈로 빛을 집광시키고 2 차 수렴렌즈로 밀집된 평행광선을 만드는 방법이다. (b)는 1 차 오목거울로 빛을 집광시키고 2 차 수렴렌즈로 밀집된 평행광선을 만드는 방법이다. (c)는 1 차 오목거울로 빛을 집광시키고 2 차 오목거울로 밀집된 평행광선을 만드는 방법이다. (c)의 방법에 의한 집광장치는 현재의 본 연구에서 개발한 프로그램에는 포함되지 않았다.



[그림 5.1.1] 1차 광학장치의 초점거리[X]와 2차 광학장치의 초점거리[X^*]



[그림 5.1.2] 집광방식 3 가지

5.2 집광장치의 주요 변수들에 대한 시뮬레이션

입사되는 범선면 직달조도를 50,000 lx 로 하고 1 차 집광면적을 1.00m² 로 하였을 때 큰 렌즈 + 작은 렌즈 집광형태와 큰 오목거울 + 작은 렌즈의 거리 비에 따른 집광 성능을 6 가지 안으로 시뮬레이션한 결과를 [표 5.2.2]~[표 5.2.7]에 나타내었다.

다음 [표 5.2.1]은 컴퓨터 시뮬레이션에 사용된 변수들이다. [표 5.2.2]~[표 5.2.7]의 결과값을 바탕으로 집광면적과 범선면 직달조도값을 변형시킬 때의 집광성능을 보간법을 이용하여 계산해 낼 수 있다. 예를 들어 집광면적이 0.5m² 이고 범선면 조도가 30,000 lx 이며 X:X*의 비가 5:1 일 경우는 2 안의 결과 값에 0.5 곱하고 다시 30,000 / 50,000 를 곱하면 된다. 거울 반사횟수는 1 회 증가 때 마다 0.97 을 곱하면 된다.

[표 5.2.1] 컴퓨터 시뮬레이션에 사용된 주요 입력 변수

	집광형태	X:X*	집광면적 [m ²]	범선면 직달 조도[lx]	거울 반사 횟수
① 1 안	큰렌즈 + 작은렌즈	3:1	1.00	50,000	1 회
② 2 안	큰렌즈 + 작은렌즈	5:1	1.00	50,000	1 회
③ 3 안	큰렌즈 + 작은렌즈	8:1	1.00	50,000	1 회
④ 4 안	오목거울 + 작은렌즈	3:1	1.00	50,000	1 회
⑤ 5 안	오목거울 + 작은렌즈	5:1	1.00	50,000	1 회
⑥ 6 안	오목거울 + 작은렌즈	8:1	1.00	50,000	1 회

① 1안. 큰렌즈와 작은렌즈의 거리비가 3:1 이며 큰렌즈의 집광면적이 1m² 이며 법선면 직달조도값이 50,000lx 일때의 작업면에 유입되는 광속분포는 아래 [표 5.2.2]와 같으며 총 광속은 40,145lm 으로 80.29%의 집광효율을 가지고 있다.

[표 5.2.2] 큰렌즈와 작은렌즈의 거리비가 3:1 일때의 작업면에 유입되는 광속분포

단위 : lm

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
Y1	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0
Y2	41	44	0	964	1043	884	522	0	41	0
Y3	0	0	923	1026	748	747	730	1088	0	44
Y4	0	401	940	713	635	509	547	1134	762	0
Y5	0	1330	872	637	688	558	509	581	929	0
Y6	0	1125	706	807	602	516	637	499	1368	0
Y7	0	643	738	503	424	508	418	775	600	0
Y8	0	0	845	1103	705	457	731	1009	0	0
Y9	0	0	0	522	1412	1209	643	0	0	0
Y10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

② 2안. 큰렌즈와 작은렌즈의 거리비가 5:1 이며 큰렌즈의 집광면적이 1m² 이며 법선면 직달조도값이 50,000lx 일때의 작업면에 유입되는 광속분포는 아래 [표 5.2.3]과 같으며 총 광속은 35,715 lm 으로 71.43%의 집광효율을 가지고 있다.

[표 5.2.3] 큰렌즈와 작은렌즈의 거리비가 5:1 일때의 작업면에 유입되는 광속분포

단위 : lm

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
Y1	0	0	44	177	89	44	89	44	0	0
Y2	0	0	44	0	133	0	86	44	0	0
Y3	44	89	0	583	1597	1392	488	133	89	0
Y4	44	89	818	1562	1724	1152	1883	862	89	0
Y5	44	44	1392	974	301	340	701	1313	44	44
Y6	44	128	1109	826	599	388	1276	1633	86	0
Y7	0	42	530	1685	1106	1282	1765	697	0	0
Y8	0	0	42	367	1552	1392	491	0	0	0
Y9	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0
Y10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

③ 3안. 큰렌즈와 작은렌즈의 거리비가 8:1 이며 큰렌즈의 집광면적이 1m² 이며 법선면 직달조도값이 50,000lx 일때의 작업면에 유입되는 광속분포는 아래 [표 5.2.4]와 같으며 총 광속은 37.760 lm 으로 75.52%의 집광효율을 가지고 있다.

[표 5.2.4] 큰렌즈와 작은렌즈의 거리비가 8:1 일때의 작업면에 유입되는 광속분포

단위 : lm

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
Y1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y2	0	0	41	494	1066	1028	781	0	0	0
Y3	0	0	821	982	617	245	739	862	0	0
Y4	0	699	1108	659	625	698	530	657	530	0
Y5	0	1233	660	785	507	338	495	538	942	0
Y6	0	1113	449	698	165	463	248	705	738	0
Y7	0	616	823	533	741	780	457	902	532	0
Y8	0	0	1275	820	783	658	576	1107	82	0
Y9	0	0	164	860	862	1025	904	0	0	0
Y10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

④ 4안. 큰오목거울과 작은렌즈의 거리비가 3:1 이며 큰오목거울의 집광면적이 1m² 이며 법선면 직달조도값이 50,000lx 일때의 작업면에 유입되는 광속분포는 아래 [표 5.2.5]와 같으며 총 광속은 34,826 lm 으로 69.652%의 집광효율을 가지고 있다.

[표 5.2.5] 큰 오목거울과 작은렌즈의 거리비가 3:1 일때의 작업면에 유입되는 광속분포

단위 : lm

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
Y1	0	0	0	165	453	412	124	0	0	0
Y2	0	0	744	704	497	706	1076	742	0	0
Y3	0	659	830	626	545	670	500	872	1154	0
Y4	165	745	584	126	42	0	126	167	745	370
Y5	618	830	419	0	0	0	126	419	954	453
Y6	454	580	503	127	0	0	126	461	789	454
Y7	247	786	500	168	126	42	84	459	827	329
Y8	0	742	664	375	335	42	710	332	784	0
Y9	0	41	618	1035	540	747	456	660	123	0
Y10	0	0	0	288	371	412	123	0	0	0

⑤ 5안. 큰오목거울과 작은렌즈의 거리비가 5:1 이며 큰오목거울의 집광면적이

1m² 이며 법선면 직달조도값이 50,000lx 일때의 작업면에 유입되는 광속분포는 아래 [표 5.2.6]과 같으며 총 광속은 39,392 lm 으로 78.78%의 집광효율을 가지고 있다.

[표 5.2.6] 큰오목거울과 작은렌즈의 거리비가 5:1 일때의 작업면에 유입되는 광속분포

단위 : lm

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
Y1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y3	0	0	0	1034	1743	1908	1739	124	0	0
Y4	0	0	2276	1003	718	675	1087	1573	0	0
Y5	0	0	1741	507	127	0	633	1867	0	0
Y6	0	0	1948	971	170	128	802	2530	0	0
Y7	0	0	1698	1088	548	1096	961	2027	0	0
Y8	0	0	41	2027	1287	1908	1408	0	0	0
Y9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

㉔ 6 안. 큰오목거울과 작은렌즈의 거리비가 8:1 이며 큰오목거울의 집광면적이 1m² 이며 법선면 직달조도값이 50,000lx 일때의 작업면에 유입되는 광속분포는 아래 [표 5.2.7]과 같으며 총 광속은 37,847 lm 으로 75.69%의 집광효율을 가지고 있다.

[표 5.2.7] 큰오목거울과 작은렌즈의 거리비가 8:1 일때의 작업면에 유입되는 광속분포

단위 : lm

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
Y1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y4	0	0	0	871	3195	3449	788	0	0	0
Y5	0	0	0	3283	1838	2043	3863	0	0	0
Y6	0	0	0	3030	2382	2005	2954	0	0	0
Y7	0	0	0	456	3745	3363	581	0	0	0
Y8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0