

# 파라메트릭 디자인Ⅳ

## Parametric DesignⅣ

글. 성우제\_ Sung, Woo-jae

Grimshaw Architects / Associate

[www.woosung.com](http://www.woosung.com), [www.selective-amplification.net](http://www.selective-amplification.net)

*지난 회까지 3회에 걸쳐서 parametric tool의 정의, 간략한 역사, 그리고 기본적인 구성에 대하여 알아 보았습니다. 이번회부터는 약속드렸듯이 parametric tool이 실제 건축 프로세스에 어떻게 적용이 되는지 각 회별로 사례를 통해 이야기해보도록 하겠습니다.*

건축이라는 큰 그림상에서 parametric tool을 정확히 어떤 용도로 어떤 단계에서 무엇을 위해 사용하느냐를 구분하고 정의 내린다는 것은 마치 연필과 종이가 디자인 프로세스 상에서 구체적으로 어떻게 쓰이느냐를 정확히 집어내는 것 만큼이나 어렵다고 생각합니다. 아이디어를 medium을 통해 표현하고 이렇게 표현된 아이디어를 구축적인 방법으로 실현해 나가는 전통적인 건축설계 프로세스의 틀에 입각해서 보았을때 parametric tool의 사용은 아이디어의 표현과 실현이라는 두 극단의 어느 특정 한점만에 위치한다고 말하기는 힘듭니다. 반대로 두 극단의 성격을 동시에 나누어 가진다고 말할수 있습니다.

다시말해 형태가 생성되는 논리적인 바탕, 혹은 알고리즘이 없이는 형태를 생성할수 없다는 parametric tool의 특성상 parametric tool의 사용은 어떠한 건축의 단계에 쓰이더라도 항상 심미적, 공학적인 두가지의 측면을 동시에 고려해야만 합니다. 이러한 이유에서 parametric tool이 디자인에 사용되어지는지 아니면 프로덕션에 사용되는지를 말하는 것은 큰 의미가 없다고 생각합니다. 이번회에 말씀드릴 프로젝트도 이러한 parametric tool의 종합성 혹은 양면성을 잘 보여준다고 생각합니다.

### ■ 곡면상의 직선

평행과 직선의 개념이 비유클리드 기하학의 정의와 더불어 변했다는것은 이러한 geometry를 늘상 다루어야 하는 건축사들과 디자이너들에게 주지의 사실이라 생각합니다. 공간상에 어떤 곡면이 있고 이 곡면위에 유클리드 geometry 직선의 개념에 상응하는

선, geodesic이 존재할때 이 비유클리드 geometry상에 존재하는 어떤 (직)선은 유클리드 공간상에 살아 간다고 믿어 의심치 않는(?) 인간의 눈에는 어쩌면 당연하게 직선으로 보이지 않을 경우도 있습니다. 이에 더해 평행의 개념은 더욱 혼란스럽기만 합니다. 왜냐하면 어떤 (직)선에 평행한 (직)선은 비유클리드 geometry상에서는 무수히 나올수도 있기 때문입니다. 또한 유클리드의 공간 개념아래서 비유클리드 geometry상의 평행을 관찰해야 하는 입장에서는 또다른 평행의 개념이 나올수도 있습니다. [fig.01]

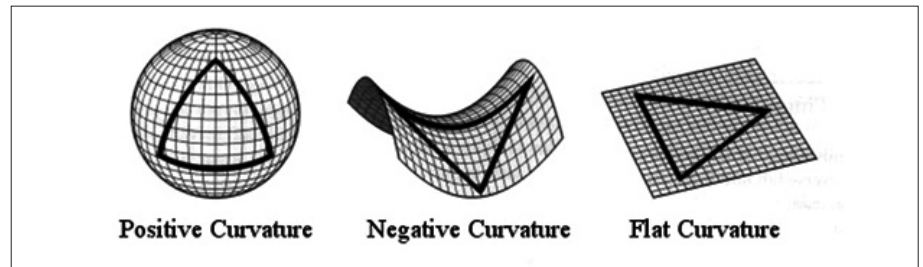


Figure 1

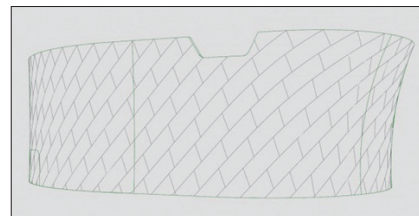


Figure 2

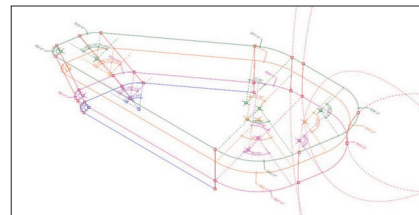


Figure 3

문제의 시작은 평면과 곡면이 동시에 존재하는 설계면 상에서 패널링을 위한 선들이 곡면부분을 지나면서 왜곡되어 보인다는 것이었습니다. [fig.02/fig.03]

이유는 크게 세가지입니다. 하나는 평면상의 직선이 곡면으로 확장되는 순간 평면상의 직선이 가지고 있는 직진성을 곡면상에서 정의하기가 쉽지 않다는 것이고 다른 하나는 어떠한 임의의 방법으로 유클리드 직선과 비슷해 보이는 선을 비유클리드 곡면상에 정의한다 하더라도 곡면의 곡률로 인해 우리의 눈에는 왜곡되어 보인다는 것이며 마지막 하나는 이러한 선에 평행이 되는 선을 그릴때 곡면의 곡률로 인해 그

평행이 되는 선들은 더욱더 왜곡되어 보인다는 것이었습니다.

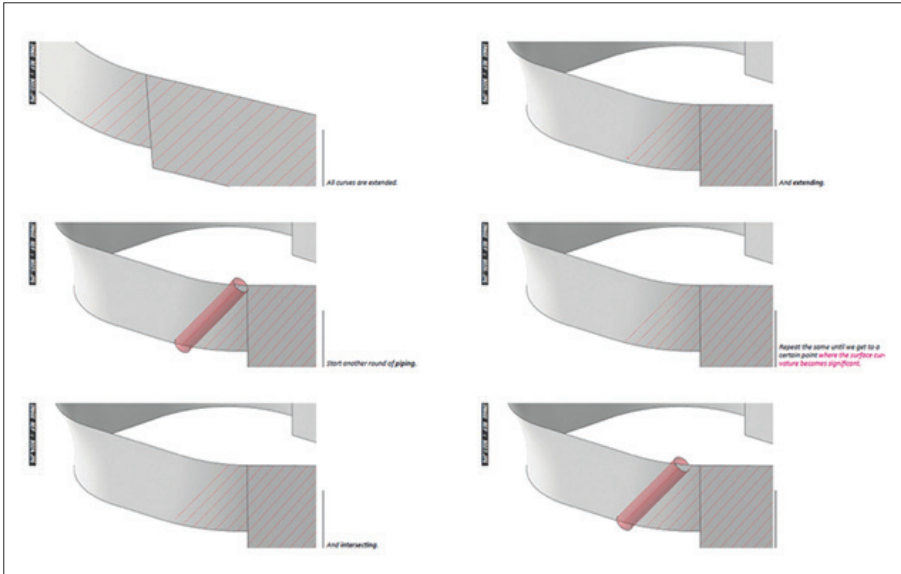


Figure 4

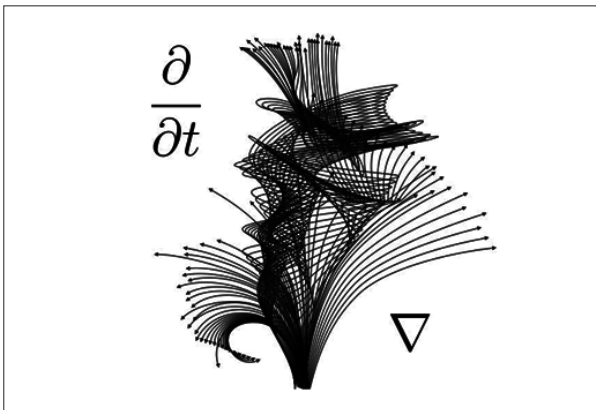


Figure 5

Rhino를 다루어 보신 분들은 곡면상에서 offset curve on surface를 통해 커브를 얻게되면 두 선 사이의 거리는 면에 종속이 된다는 걸 아실겁니다. 즉 offset curve on surface를 통해 얻어진 두 선의 거리는 surface uv 좌표상의 거리로는 정확히 입력한 거리만큼 벌어지지만 이를 world xyz 좌표상에서 측정해

보면 곡률에 의해 오차가 생기게 됩니다.

이러한 문제는 이미 많은 분들이 아시는 바와 같이 piping method를 통해 해결될수 있습니다. [fig.04]

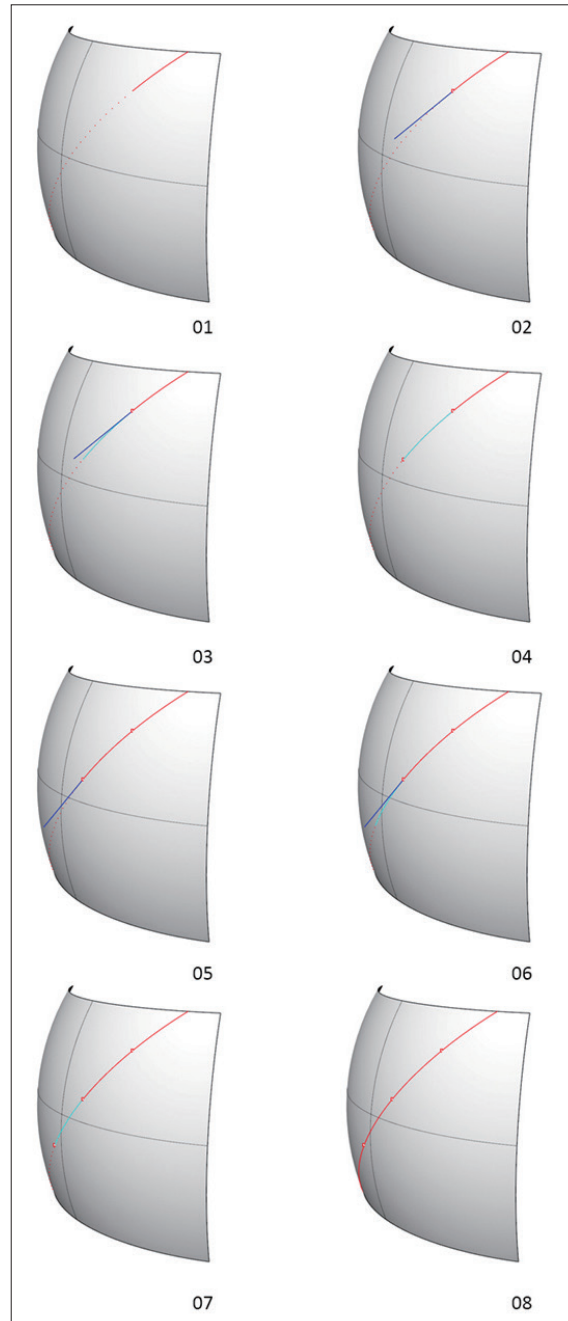


Figure 6

곡면위의 선을 원하는 오프셋 거리만큼을 반지름으로 가지는 파이프를 만든후 이 파이프가 곡면과 교차하는 선을 찾아내는 겁니다. 즉 비유클리드 곡면상의 선을 유클리드 좌표체계로 offset을 하는 겁니다. 물론 앞서 주어진 선이 얼마만큼 직선과 같아 보이느냐에 따라 이러한 방법도 왜곡에서 완전히 자유롭지는 못합니다.

이제 가장 핵심적인 문제인 첫 번째와 두 번째 문제로 돌아가자면, 결국 문제의 본질은 어떻게 곡면상에서 직선처럼 보이는 선을 정의하는가 였습니다. 기본 전제는 '물론 불가능하지만'이었지만 불완전한 해결책을 미분방정식의 개념에서 찾을 수 있었습니다.

미분방정식이 특정한 한 시간과 장소에서의 물리적 화학적인 거동을 기술함으로써 전체적인 거동을 설명해 주듯이, 만일 어떤 선이 아주 짧아서 곡률에 상관없이 직선으로 보일수 있다면

그리고 이러한 아주 짧은 선들이 tangent로 연속될 수 있다면 이들의 집합으로 이루어지는 선 또한 왜곡이 최소한으로 발생하지 않을까 하는 가정이었습니다. [fig.05]

평면상의 직선이 곡면을 만나는 지점에서 그 직선에 탄젠트인 아주짧은 선을 긋습니다. 그리고 이 선을 곡면상으로 당깁니다(pull). 아주 짧다면 당기기 전의 직선과 당긴 후의 곡선이 가지는 오차는 무시할만큼 작을수 있습니다. 그다음 이 곡선의 끝에서 탄젠트인 아주 짧은 선을 다시 긋습니다. 그리고 다시 곡면을 향해 당겨줍니다. 이런 과정을 면을 다 채울동안 반복합니다. [fig.06]

이러한 반복적인 과정은 라이노를 이용한 수작업으로 행하기엔 한계가 있음이 분명하며 Grasshopper VB Script의 Object Oriented Programming 을 이용하여 이를 자동화 했습니다.

```

54 001 Public Function
55 002
56 003
57 004
58 005
59 006
60 007
61 008
62 009
63 010
64 011
65 012
66 013
67 014
68 015
69 016
70 017
71 018
72 019
73 020
74 021
75 022
76 023
77 024
78 025
79 026
80 027
81 028
82 029
83 030
84 031
85 032
86 033
87 034
88 035
89 036
90 037
91 038
92 039
93 040
94 041
95 042
96 043
97 044
98 045
99 046
100 047
101 048
102 049
103 050
104 051
105 052
106 053
107 054
108 055
109 056
110 057
111 058
112 059
113 060
114 061
115 062
116 063
117 064
118 065
119 066
120 067
121 068
122 069
123 070
124 071
125 072
126 073
127 074
128 075
129 076
130 077
131 078
132 079
133 080
134 081
135 082
136 083
137 084
138 085
139 086
140 087
141 088
142 089
143 090
144 091
145 092
146 093
147 094
148 095
149 096
150 097
151 098
152 099
153 100
154 101
155 102
156 103
157 104
158 105
159 106
160 107
161 108
162 109
163 110
164 111
165 112
166 113
167 114
168 115
169 116
170 117
171 118
172 119
173 120
174 121
175 122
176 123
177 124
178 125
179 126
180 127
181 128
182 129
183 130
184 131
185 132
186 133
187 134
188 135
189 136
190 137
191 138
192 139
193 140
194 141
195 142
196 143
197 144
198 145
199 146
200 147
201 148
202 149
203 150
204 151
205 152
206 153
207 154
208 155
209 156
210 157
211 158
212 159
213 160
214 161
215 162
216 163
217 164
218 165
219 166
220 167
221 168
222 169
223 170
224 171
225 172
226 173
227 174
228 175
229 176
230 177
231 178
232 179
233 180
234 181
235 182
236 183
237 184
238 185
239 186
240 187
241 188
242 189
243 190
244 191
245 192
246 193
247 194
248 195
249 196
250 197
251 198
252 199
253 200
254 201
255 202
256 203
257 204
258 205
259 206
260 207
261 208
262 209
263 210
264 211
265 212
266 213
267 214
268 215
269 216
270 217
271 218
272 219
273 220
274 221
275 222
276 223
277 224
278 225
279 226
280 227
281 228
282 229
283 230
284 231
285 232
286 233
287 234
288 235
289 236
290 237
291 238
292 239
293 240
294 241
295 242
296 243
297 244
298 245
299 246
300 247
301 248
302 249
303 250
304 251
305 252
306 253
307 254
308 255
309 256
310 257
311 258
312 259
313 260
314 261
315 262
316 263
317 264
318 265
319 266
320 267
321 268
322 269
323 270
324 271
325 272
326 273
327 274
328 275
329 276
330 277
331 278
332 279
333 280
334 281
335 282
336 283
337 284
338 285
339 286
340 287
341 288
342 289
343 290
344 291
345 292
346 293
347 294
348 295
349 296
350 297
351 298
352 299
353 300
354 301
355 302
356 303
357 304
358 305
359 306
360 307
361 308
362 309
363 310
364 311
365 312
366 313
367 314
368 315
369 316
370 317
371 318
372 319
373 320
374 321
375 322
376 323
377 324
378 325
379 326
380 327
381 328
382 329
383 330
384 331
385 332
386 333
387 334
388 335
389 336
390 337
391 338
392 339
393 340
394 341
395 342
396 343
397 344
398 345
399 346
400 347
401 348
402 349
403 350
404 351
405 352
406 353
407 354
408 355
409 356
410 357
411 358
412 359
413 360
414 361
415 362
416 363
417 364
418 365
419 366
420 367
421 368
422 369
423 370
424 371
425 372
426 373
427 374
428 375
429 376
430 377
431 378
432 379
433 380
434 381
435 382
436 383
437 384
438 385
439 386
440 387
441 388
442 389
443 390
444 391
445 392
446 393
447 394
448 395
449 396
450 397
451 398
452 399
453 400
454 401
455 402
456 403
457 404
458 405
459 406
460 407
461 408
462 409
463 410
464 411
465 412
466 413
467 414
468 415
469 416
470 417
471 418
472 419
473 420
474 421
475 422
476 423
477 424
478 425
479 426
480 427
481 428
482 429
483 430
484 431
485 432
486 433
487 434
488 435
489 436
490 437
491 438
492 439
493 440
494 441
495 442
496 443
497 444
498 445
499 446
500 447
501 448
502 449
503 450
504 451
505 452
506 453
507 454
508 455
509 456
510 457
511 458
512 459
513 460
514 461
515 462
516 463
517 464
518 465
519 466
520 467
521 468
522 469
523 470
524 471
525 472
526 473
527 474
528 475
529 476
530 477
531 478
532 479
533 480
534 481
535 482
536 483
537 484
538 485
539 486
540 487
541 488
542 489
543 490
544 491
545 492
546 493
547 494
548 495
549 496
550 497
551 498
552 499
553 500
554 501
555 502
556 503
557 504
558 505
559 506
560 507
561 508
562 509
563 510
564 511
565 512
566 513
567 514
568 515
569 516
570 517
571 518
572 519
573 520
574 521
575 522
576 523
577 524
578 525
579 526
580 527
581 528
582 529
583 530
584 531
585 532
586 533
587 534
588 535
589 536
590 537
591 538
592 539
593 540
594 541
595 542
596 543
597 544
598 545
599 546
600 547
601 548
602 549
603 550
604 551
605 552
606 553
607 554
608 555
609 556
610 557
611 558
612 559
613 560
614 561
615 562
616 563
617 564
618 565
619 566
620 567
621 568
622 569
623 570
624 571
625 572
626 573
627 574
628 575
629 576
630 577
631 578
632 579
633 580
634 581
635 582
636 583
637 584
638 585
639 586
640 587
641 588
642 589
643 590
644 591
645 592
646 593
647 594
648 595
649 596
650 597
651 598
652 599
653 600
654 601
655 602
656 603
657 604
658 605
659 606
660 607
661 608
662 609
663 610
664 611
665 612
666 613
667 614
668 615
669 616
670 617
671 618
672 619
673 620
674 621
675 622
676 623
677 624
678 625
679 626
680 627
681 628
682 629
683 630
684 631
685 632
686 633
687 634
688 635
689 636
690 637
691 638
692 639
693 640
694 641
695 642
696 643
697 644
698 645
699 646
700 647
701 648
702 649
703 650
704 651
705 652
706 653
707 654
708 655
709 656
710 657
711 658
712 659
713 660
714 661
715 662
716 663
717 664
718 665
719 666
720 667
721 668
722 669
723 670
724 671
725 672
726 673
727 674
728 675
729 676
730 677
731 678
732 679
733 680
734 681
735 682
736 683
737 684
738 685
739 686
740 687
741 688
742 689
743 690
744 691
745 692
746 693
747 694
748 695
749 696
750 697
751 698
752 699
753 700
754 701
755 702
756 703
757 704
758 705
759 706
760 707
761 708
762 709
763 710
764 711
765 712
766 713
767 714
768 715
769 716
770 717
771 718
772 719
773 720
774 721
775 722
776 723
777 724
778 725
779 726
780 727
781 728
782 729
783 730
784 731
785 732
786 733
787 734
788 735
789 736
790 737
791 738
792 739
793 740
794 741
795 742
796 743
797 744
798 745
799 746
800 747
801 748
802 749
803 750
804 751
805 752
806 753
807 754
808 755
809 756
810 757
811 758
812 759
813 760
814 761
815 762
816 763
817 764
818 765
819 766
820 767
821 768
822 769
823 770
824 771
825 772
826 773
827 774
828 775
829 776
830 777
831 778
832 779
833 780
834 781
835 782
836 783
837 784
838 785
839 786
840 787
841 788
842 789
843 790
844 791
845 792
846 793
847 794
848 795
849 796
850 797
851 798
852 799
853 800
854 801
855 802
856 803
857 804
858 805
859 806
860 807
861 808
862 809
863 810
864 811
865 812
866 813
867 814
868 815
869 816
870 817
871 818
872 819
873 820
874 821
875 822
876 823
877 824
878 825
879 826
880 827
881 828
882 829
883 830
884 831
885 832
886 833
887 834
888 835
889 836
890 837
891 838
892 839
893 840
894 841
895 842
896 843
897 844
898 845
899 846
900 847
901 848
902 849
903 850
904 851
905 852
906 853
907 854
908 855
909 856
910 857
911 858
912 859
913 860
914 861
915 862
916 863
917 864
918 865
919 866
920 867
921 868
922 869
923 870
924 871
925 872
926 873
927 874
928 875
929 876
930 877
931 878
932 879
933 880
934 881
935 882
936 883
937 884
938 885
939 886
940 887
941 888
942 889
943 890
944 891
945 892
946 893
947 894
948 895
949 896
950 897
951 898
952 899
953 900
954 901
955 902
956 903
957 904
958 905
959 906
960 907
961 908
962 909
963 910
964 911
965 912
966 913
967 914
968 915
969 916
970 917
971 918
972 919
973 920
974 921
975 922
976 923
977 924
978 925
979 926
980 927
981 928
982 929
983 930
984 931
985 932
986 933
987 934
988 935
989 936
990 937
991 938
992 939
993 940
994 941
995 942
996 943
997 944
998 945
999 946
1000 947

```

Figure 7

간단히 말하면 기준이 되는 선과 곡면 그리고 선분의 길이를 설정하는 변수를 입력하면 기준이 되는 선에서 설정된 길이만큼 탄젠트라인을 만들고 이를 곡면에 당겨주는 아주 단순한 프로그래밍 모듈을 설정하고 이를 반복하되 선이 면의 다른 엣지에 도달하면 반복을 멈추는 프로세스입니다. [fig.07]

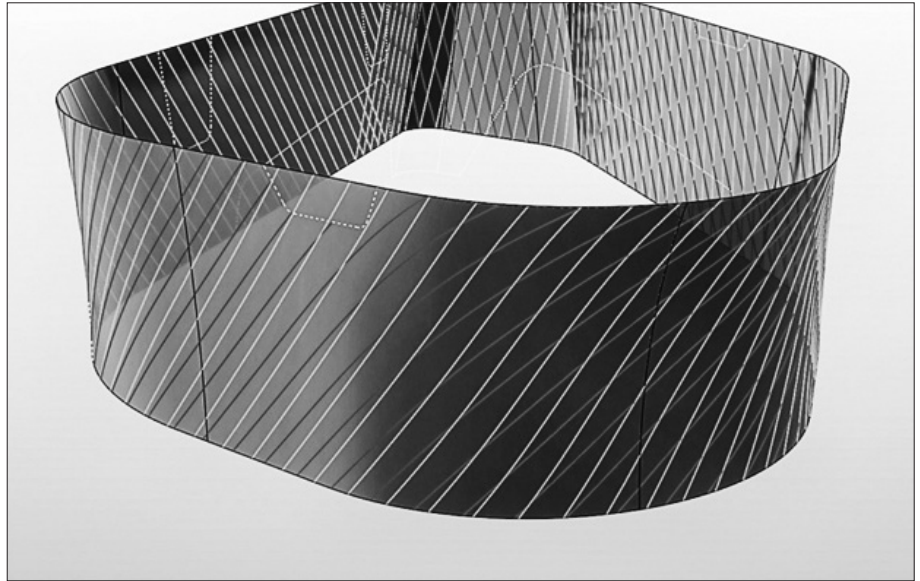


Figure 8

이를 통해 만들어진 곡면상의 선과 파이핑을 통해 오프셋된 패널링 라인들은 기존의 라인들 - 임의로 그려진 곡면상의 직선 및 offset curve on surface 로 얻어진 평행라인들과 다르게 곧은 라인들을 형성하게 됩니다. [fig.08]

본 프로젝트에서 곡면상의 직선을 얻어야 하는 이유는 제일 앞에서 간략히 말한바 있지만 미적인 요소와 구축적인 요소가 동시에 작용한다고 생각합니다.

즉 base geometry의 영향으로 특정부분의 선들이 왜곡되어 구부러져 보이는 실수와 같은 미적인 영향에 대한 고려와 더불어 각 패널들의 손쉬운 재단 및 평활도 유지를 위한 구축적인 생각이 바탕이 되어 있었다고 생각합니다.