

CAD/CAM 시스템을 활용한 커넥팅 로드 금형의 제작

김 세 환* · 이 종 선** · 홍 석 주***

Manufacturing of Connecting Rod Die using CAD/CAM Systems

Sei Hwan Kim*, Jong Sun Lee**, and Suck Ju Hong***

요약 본 논문에서는 자동차용 부품인 커넥팅 로드를 제작할 수 있는 금형제작시 생산성 향상을 위해서 CAD/CAM 시스템을 적용하였다. 사용된 CAD 소프트웨어는 MDT4.0, CAM 소프트웨어는 Z-MASTER이며 생성된 NC코드는 CNC 밀링머신에 전송되어 커넥팅 로드 금형을 자동가공 한다.

Abstract This paper aims to manufacturing of connecting rod die using CAD/CAM systems. CAD/CAM systems are consist of CAD(MDT4.0), CAM(Z-MASTER) software and CNC milling machine. CAM software is purpose to G-code generation for CNC programming. Then CAM software and CNC milling machine are connect to RS-232-C cable for data network.

Key Words : Connecting rod die, Tool path, Rough working, Finish working, Pencil working, Cleanup working

1. 서 론

커넥팅 로드는 피스톤과 크랭크샤프트를 연결하는 막대로서 피스톤의 상하운동을 크랭크샤프트로 전달하여 회전 운동으로 바꾸어 주는 중간 역할을 한다.

커넥팅 로드의 소단부(피스톤쪽)는 피스톤 핀에 의하여 피스톤에 연결되고 대단부(크랭크샤프트쪽)는 복합형인 평베어링(Split type Plain Bearing)을 거쳐 크랭크축 핀에 연결된다.

커넥팅 로드는 피스톤과 같은 속도로 상하 직선운동과 회전운동을 병행하므로 관성이 작고, 가벼워야 하며 전고함도 필요하기 때문에 단조스틸 또는 주철이 일반적이지만, 강도면에서 유리한 단조품을 사용하는 경우가 많고, 소형차에서는 생산성 및 원가면에서 유리한 추조품을 많이 사용한다.

알루미늄 커넥팅 로드는 티탄에 비해 매우 싸기 때문에, 향후 실용화 될 수 있을 것으로 보이지만 알루미늄은 단조보다 강도 및 강성측면에서 떨어지기 때문에 침

로 만드는 경우보다 커야하며 소형화의 관점에서 좋지 않다. 보통 커넥팅 로드의 단면을 보면 H형으로 되어 있는데 이것은 부계를 가볍게 할 뿐 아니라 충분한 기계적 강도를 얻기 위한 것이다.

커넥팅 로드 축 내부에는 대단부와 소단부를 관통하는 오일 통로가 뚫려있는 것도 있어 피스톤을 냉각시키거나 소단부를 윤활시킨다. 대단부와 소단부의 중심간의 거리를 커넥팅 로드의 길이라고 하는데, 이 길이는 보통 피스톤 행정의 1.5~2.3배이며 길이가 길면 실린더 벽에 가하는 측압이 적어지고, 실린더의 바운더를 적게하는 장점이 있으나 강도나 무게면에서 불리할 뿐 아니라, 엔진의 높이가 높아지므로 최근에는 엔진의 높이를 낮추며 무게를 작게 할 수 있는 길이가 짧은 커넥팅 로드를 많이 사용한다.

본 논문에서 적용하는 커넥팅 로드는 중형승용차용을 사용하였으며, 커넥팅 로드 금형의 자동화를 하기 위하여 CAD 부분은 3차원 유한요소해석 코드인 MDT (Mechanical Desktop) 4.0을 이용하여 커넥팅 로드 빛 금형을 모델링하였고, 이를 바탕으로 Z-master를 이용하여 CAM 부분을 수행하였으며, 생성된 가공 프로그램을 CNC에 전송하여 가공함으로써 DNC(Direct numerical control)를 구현하였다.

*천안공업대학 금형과
**대진대학교 기계설계공학과
***조선대학교 기계공학과

본 논문은 자동차용 부품인 커넥팅 로드를 생산하는 금형의 제작시 CAD/CAM 시스템을 활용하는 방법을 제안하였다. 이 결과는 금형에 관련된 공정개선 및 생산성 향상기술 등에 적용될 수 있을 것이다.
(Tel: 031-539-1975, e-mail: jongsun@road.daejin.ac.kr)

2. 시스템의 적용

본 논문의 구성은 CAD/CAM/CNC 세 부분으로 나누어져 있다. 먼저 CAD 부분은 MDT4.0을 사용하여 모델링 모듈과 데이터 변환 모듈로 나누어 작업을 수행하고, CAM 부분은 데이터 변환 모듈, 포스트 프로세스 모듈, NC 데이터 생성 모듈로 나뉜다. 또 CNC 부분은 제품의 가공이 이루어지며 가공자의 원점 세팅이 중요하다.

이러한 모든 진행 과정은 한 대의 페스널 컴퓨터 혹은 네트워크환경에서 실행되어지고 각각의 모듈들이 일정한 규칙과 DB (Data base)를 공유함으로 사용자가 시스템을 중단하지 않고도 모든 과정을 수행할 수 있는 장점이 있다. 이러한 CAD/CAM/CNC 시스템의 대략적인 구성도는 Figure 1과 같다.

3. 시뮬레이션 및 점검

3.1. 제품의 모델링

모든 제작에서 가장 중요한 제품의 모델링 작업은 MDT4.0을 이용하여 수행하였으며 모델링 작업을 수행할 때 사용한 커넥팅 로드 및 금형에 대한 결과도면을 Figure 2~Figure 3에 나타내었다.

3.2. 데이터 변환 모듈의 적용

MDT4.0으로 모델링 된 제품을 CNC 밀링머신에서 가공하기 위하여 MDT4.0의 파일인 .dwg 파일을

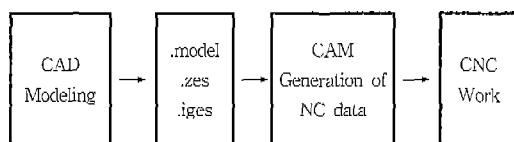


Figure 1. Configuration of CAD/CAM system.

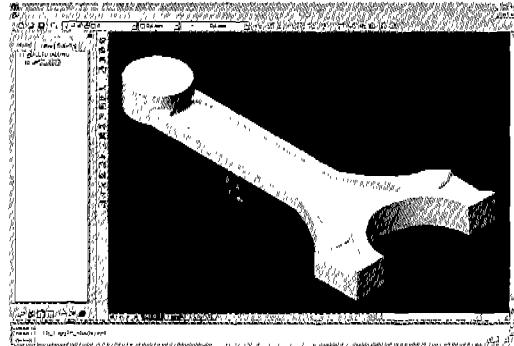


Figure 2. Connecting rod modeling.

Z-master로 호환을 시키기 위하여 Export하여 IGES (Initial graphics exchange specification) 형태인 .igs 파일로 저장하여 CAM Software인 Z-master에 불러들여 CAD 모델에 대해 데이터 변환 모듈 작업을 수행한다. 이 때 MDT4.0에서는 모델이 정확히 드로잉 되었는지 치수를 한번 더 살피고, Z-master에서는 이 모델에 대한 형합 검사, 즉 상형과 하형의 조합이 용이한지를 다시 한번 검사한다. 그러나 커넥팅 로드는 상형과 하형이 대칭이므로 하나의 모델에 대한 데이터 변환 모듈을 적용시켰으며 그 결과를 Figure 4에 나타내었다.

3.3. CAD 모델의 Master Model 생성

MDT4.0으로 모델링 된 모델을 Z-master 환경으로 불러들여 가공할 수 있는 모델에 대한 가상의 Master Model을 생성한다. 이때 가공물의 실제 모습을 보는 것과 같은 시뮬레이션을 지원한다. 이를 Figure 5에 나타내었다.

3.4. NC 데이터 생성과 시뮬레이션 측정

제품의 NC 데이터를 생성하는데 있어서 여러 가지 방법이 있으며 대부분의 가공 순서는 확삭 가공→정삭

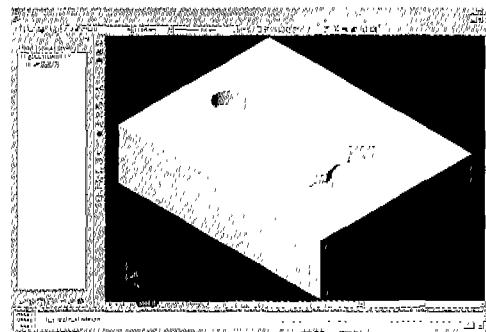


Figure 3. Connecting rod die modeling.



Figure 4. Data conversion module (Top).

가공→펜슬 가공→크린업 가공의 순서로 행하여진다. 따라서 본 논문에서는 이러한 작업을 프로그램 상에서 배치를 걸어 일괄처리 하였다. 이러한 제품의 각 단계에 대한 가공모델의 형상은 Figure 6~Figure 9에 나타내었다.

가공에서 컴퓨터상의 시뮬레이션 측정은 황색 가공에서부터 크린업 가공까지의 공정에서 생성된 NC 데이터를 가공 형상에 접목시켜 사용자가 원하는 부분이 잘 가공이 되었는지를 알아보는 과정이다. 이 과정은 가공

하기 전에 파삭 및 미삭부위를 컴퓨터로 사전에 점검할 수 있어 시간절약 및 생산성 향상에 크게 기여한다. 이러한 NC 데이터가 점검된 각 단계의 형상을 Figure 10~Figure 13에 나타내었다.

3.5. 포스트프로세서 모듈의 적용

MDT4.0으로 모델링 된 데이터를 CNC 가공에 필요한 봉구 및 가공조건과 가공재료에 관한 데이터를 입력하고, 입력된 조건으로 CNC 가공을 할 수 있는 프로그

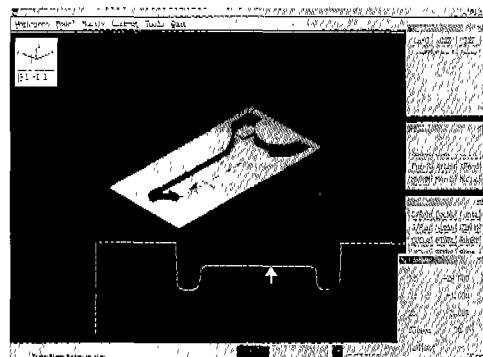


Figure 5. Generation of master model (Top).

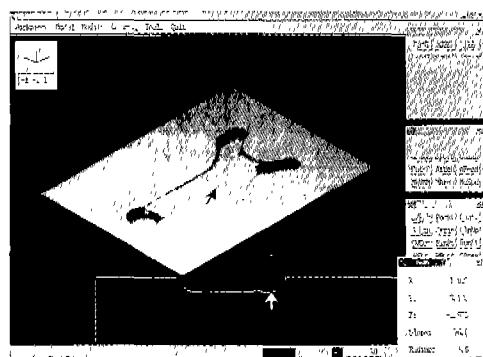


Figure 6. Rough working of model.

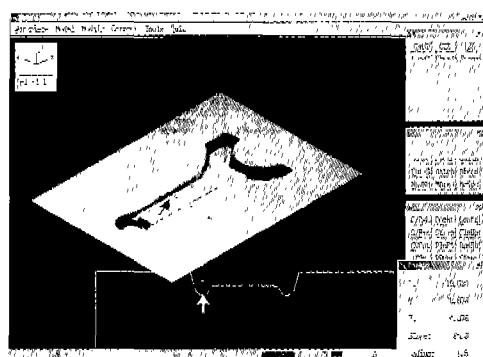


Figure 7. Finish working of model.

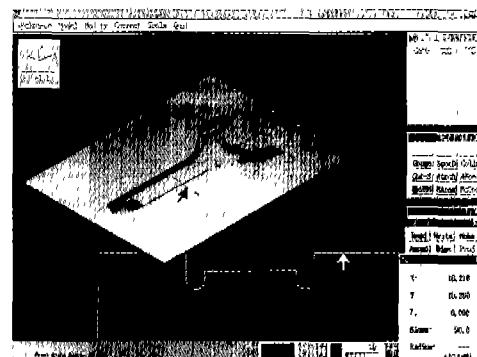


Figure 8. Pencil working of model.

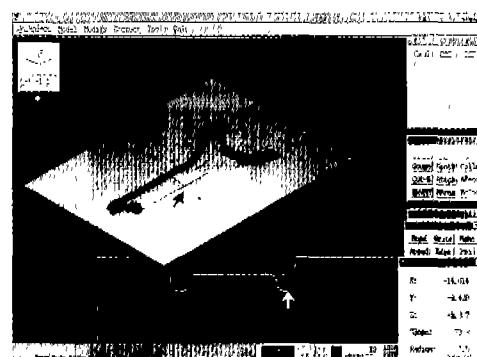


Figure 9. Cleanup working of model.

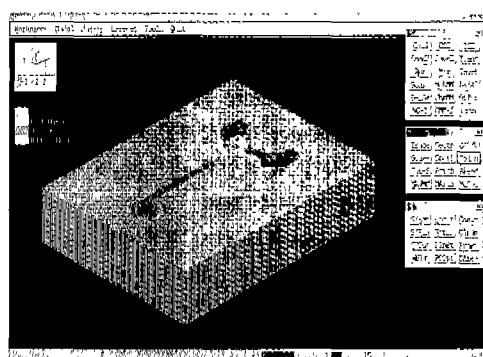


Figure 10. Checked of model (Rough).

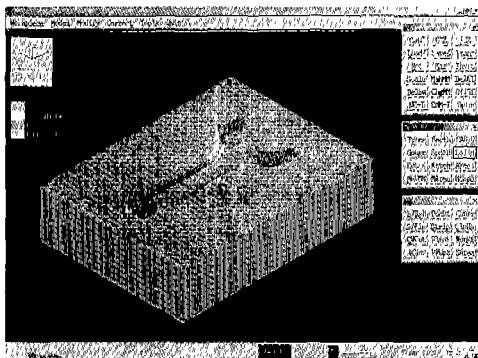


Figure 11. Checked of model (Finish).

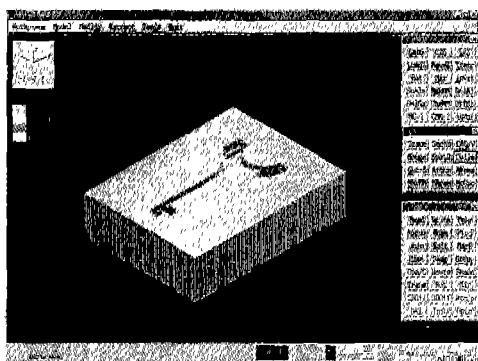


Figure 12. Checked of model (Pencil).

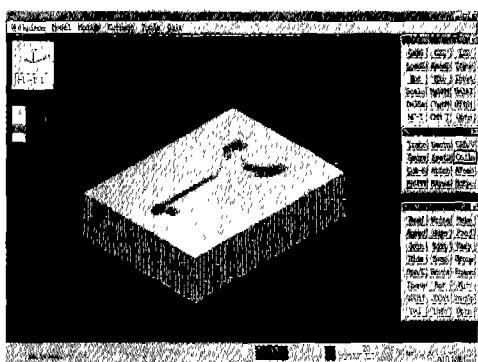


Figure 13. Checked of model (Cleanup).

램을 자동으로 생성한다. Figure 14는 NC 데이터를 수정할 수 있는 CL-Manager 대화상자를 나타내었다.

Z-Master에서는 직접 NC화일을 만드는 것 외에 중간 화일인 CL화일을 만들 수 있다.

CL화일은 CL-Manager에서 다시 후처리를 해야하는 번거로움이 있지만 수정, 보관 등에 있어서 NC화일을 다루는 것보다 많은 이점이 있다.

이러한 기능들은 가공 데이터의 오류에 CNC가 미처 제공하지 못하는 다양한 방법으로 가공 데이터를 제

편집함으로써 고다 빠르게 작업을 수행할 수 있어 작업 시간 및 생산성 향상에 큰 도움을 준다.

3.6. 기계전송

Z-master에서 생성된 Figure 15와 같은 NC 데이터를 CNC 공작기계로 전송하는 작업을 하기 위해서는 NC 프로그램을 읽어 들일 수 있는 위드패드로 불려들어 프로그램 번호와 원진 등을 입력한다. Z-master에서 CNC 프로그램을 생성할 때 입력한 조건들이 데이터로 나오므로 데이터의 일부분을 삭제하거나 CNC 프로그램에서 스kip(Skip) 기능을 사용해야 한다. 이러한 과정이 끝나면 RS-232-C 케이블을 이용하여 CNC 밀링머신으로 전송한다.

4. 결과 및 고찰

본 논문에서 가공한 커넥팅 로드의 절삭조건과 가공 시간을 Table 1에 나타내었고, Table 2에 사용된 소프트웨어 및 작업에 사용된 공구의 사양을 나타내었다.

참고로 가공시간의 측정은 실제 가공한 결과 컴퓨터 상의 시간과 별 차이가 없어 컴퓨터상에서 계산된 가공 시간을 표현하였다.

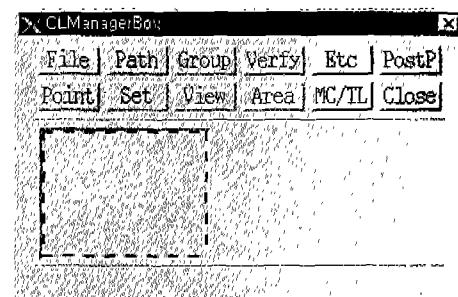


Figure 14. Exchange data box of CL-manager.

NC01 G01	NC02 G02	NC03 G03	NC04 G00 X0 Y0 Z0	NC05 G00 T0
NC06 G01	NC07 G02	NC08 G03	NC09 G00 X0 Y0 Z0	NC10 G01
NC11 G01	NC12 G02	NC13 G03	NC14 G00 X0 Y0 Z0	NC15 G01
NC16 G01	NC17 G02	NC18 G03	NC19 G00 X0 Y0 Z0	NC20 G01
NC21 G01	NC22 G02	NC23 G03	NC24 G00 X0 Y0 Z0	NC25 G01
NC26 G01	NC27 G02	NC28 G03	NC29 G00 X0 Y0 Z0	NC30 G01
NC31 G01	NC32 G02	NC33 G03	NC34 G00 X0 Y0 Z0	NC35 G01
NC36 G01	NC37 G02	NC38 G03	NC39 G00 X0 Y0 Z0	NC40 G01
NC41 G01	NC42 G02	NC43 G03	NC44 G00 X0 Y0 Z0	NC45 G01
NC46 G01	NC47 G02	NC48 G03	NC49 G00 X0 Y0 Z0	NC50 G01
NC51 G01	NC52 G02	NC53 G03	NC54 G00 X0 Y0 Z0	NC55 G01
NC56 G01	NC57 G02	NC58 G03	NC59 G00 X0 Y0 Z0	NC60 G01
NC61 G01	NC62 G02	NC63 G03	NC64 G00 X0 Y0 Z0	NC65 G01
NC66 G01	NC67 G02	NC68 G03	NC69 G00 X0 Y0 Z0	NC70 G01
NC71 G01	NC72 G02	NC73 G03	NC74 G00 X0 Y0 Z0	NC75 G01
NC76 G01	NC77 G02	NC78 G03	NC79 G00 X0 Y0 Z0	NC80 G01
NC81 G01	NC82 G02	NC83 G03	NC84 G00 X0 Y0 Z0	NC85 G01
NC86 G01	NC87 G02	NC88 G03	NC89 G00 X0 Y0 Z0	NC90 G01
NC91 G01	NC92 G02	NC93 G03	NC94 G00 X0 Y0 Z0	NC95 G01
NC96 G01	NC97 G02	NC98 G03	NC99 G00 X0 Y0 Z0	NC100 G01
NC101 G01	NC102 G02	NC103 G03	NC104 G00 X0 Y0 Z0	NC105 G01
NC106 G01	NC107 G02	NC108 G03	NC109 G00 X0 Y0 Z0	NC110 G01
NC111 G01	NC112 G02	NC113 G03	NC114 G00 X0 Y0 Z0	NC115 G01
NC116 G01	NC117 G02	NC118 G03	NC119 G00 X0 Y0 Z0	NC120 G01
NC121 G01	NC122 G02	NC123 G03	NC124 G00 X0 Y0 Z0	NC125 G01
NC126 G01	NC127 G02	NC128 G03	NC129 G00 X0 Y0 Z0	NC130 G01
NC131 G01	NC132 G02	NC133 G03	NC134 G00 X0 Y0 Z0	NC135 G01
NC136 G01	NC137 G02	NC138 G03	NC139 G00 X0 Y0 Z0	NC140 G01
NC141 G01	NC142 G02	NC143 G03	NC144 G00 X0 Y0 Z0	NC145 G01
NC146 G01	NC147 G02	NC148 G03	NC149 G00 X0 Y0 Z0	NC150 G01
NC151 G01	NC152 G02	NC153 G03	NC154 G00 X0 Y0 Z0	NC155 G01
NC156 G01	NC157 G02	NC158 G03	NC159 G00 X0 Y0 Z0	NC160 G01
NC161 G01	NC162 G02	NC163 G03	NC164 G00 X0 Y0 Z0	NC165 G01
NC166 G01	NC167 G02	NC168 G03	NC169 G00 X0 Y0 Z0	NC170 G01
NC171 G01	NC172 G02	NC173 G03	NC174 G00 X0 Y0 Z0	NC175 G01
NC176 G01	NC177 G02	NC178 G03	NC179 G00 X0 Y0 Z0	NC180 G01
NC181 G01	NC182 G02	NC183 G03	NC184 G00 X0 Y0 Z0	NC185 G01
NC186 G01	NC187 G02	NC188 G03	NC189 G00 X0 Y0 Z0	NC190 G01
NC191 G01	NC192 G02	NC193 G03	NC194 G00 X0 Y0 Z0	NC195 G01
NC196 G01	NC197 G02	NC198 G03	NC199 G00 X0 Y0 Z0	NC200 G01
NC201 G01	NC202 G02	NC203 G03	NC204 G00 X0 Y0 Z0	NC205 G01
NC206 G01	NC207 G02	NC208 G03	NC209 G00 X0 Y0 Z0	NC210 G01
NC211 G01	NC212 G02	NC213 G03	NC214 G00 X0 Y0 Z0	NC215 G01
NC216 G01	NC217 G02	NC218 G03	NC219 G00 X0 Y0 Z0	NC220 G01
NC221 G01	NC222 G02	NC223 G03	NC224 G00 X0 Y0 Z0	NC225 G01
NC226 G01	NC227 G02	NC228 G03	NC229 G00 X0 Y0 Z0	NC230 G01
NC231 G01	NC232 G02	NC233 G03	NC234 G00 X0 Y0 Z0	NC235 G01
NC236 G01	NC237 G02	NC238 G03	NC239 G00 X0 Y0 Z0	NC240 G01
NC241 G01	NC242 G02	NC243 G03	NC244 G00 X0 Y0 Z0	NC245 G01
NC246 G01	NC247 G02	NC248 G03	NC249 G00 X0 Y0 Z0	NC250 G01
NC251 G01	NC252 G02	NC253 G03	NC254 G00 X0 Y0 Z0	NC255 G01
NC256 G01	NC257 G02	NC258 G03	NC259 G00 X0 Y0 Z0	NC260 G01
NC261 G01	NC262 G02	NC263 G03	NC264 G00 X0 Y0 Z0	NC265 G01
NC266 G01	NC267 G02	NC268 G03	NC269 G00 X0 Y0 Z0	NC270 G01
NC271 G01	NC272 G02	NC273 G03	NC274 G00 X0 Y0 Z0	NC275 G01
NC276 G01	NC277 G02	NC278 G03	NC279 G00 X0 Y0 Z0	NC280 G01
NC281 G01	NC282 G02	NC283 G03	NC284 G00 X0 Y0 Z0	NC285 G01
NC286 G01	NC287 G02	NC288 G03	NC289 G00 X0 Y0 Z0	NC290 G01
NC291 G01	NC292 G02	NC293 G03	NC294 G00 X0 Y0 Z0	NC295 G01
NC296 G01	NC297 G02	NC298 G03	NC299 G00 X0 Y0 Z0	NC300 G01
NC301 G01	NC302 G02	NC303 G03	NC304 G00 X0 Y0 Z0	NC305 G01
NC306 G01	NC307 G02	NC308 G03	NC309 G00 X0 Y0 Z0	NC310 G01
NC311 G01	NC312 G02	NC313 G03	NC314 G00 X0 Y0 Z0	NC315 G01
NC316 G01	NC317 G02	NC318 G03	NC319 G00 X0 Y0 Z0	NC320 G01
NC321 G01	NC322 G02	NC323 G03	NC324 G00 X0 Y0 Z0	NC325 G01
NC326 G01	NC327 G02	NC328 G03	NC329 G00 X0 Y0 Z0	NC330 G01
NC331 G01	NC332 G02	NC333 G03	NC334 G00 X0 Y0 Z0	NC335 G01
NC336 G01	NC337 G02	NC338 G03	NC339 G00 X0 Y0 Z0	NC340 G01
NC341 G01	NC342 G02	NC343 G03	NC344 G00 X0 Y0 Z0	NC345 G01
NC346 G01	NC347 G02	NC348 G03	NC349 G00 X0 Y0 Z0	NC350 G01
NC351 G01	NC352 G02	NC353 G03	NC354 G00 X0 Y0 Z0	NC355 G01
NC356 G01	NC357 G02	NC358 G03	NC359 G00 X0 Y0 Z0	NC360 G01
NC361 G01	NC362 G02	NC363 G03	NC364 G00 X0 Y0 Z0	NC365 G01
NC366 G01	NC367 G02	NC368 G03	NC369 G00 X0 Y0 Z0	NC370 G01
NC371 G01	NC372 G02	NC373 G03	NC374 G00 X0 Y0 Z0	NC375 G01
NC376 G01	NC377 G02	NC378 G03	NC379 G00 X0 Y0 Z0	NC380 G01
NC381 G01	NC382 G02	NC383 G03	NC384 G00 X0 Y0 Z0	NC385 G01
NC386 G01	NC387 G02	NC388 G03	NC389 G00 X0 Y0 Z0	NC390 G01
NC391 G01	NC392 G02	NC393 G03	NC394 G00 X0 Y0 Z0	NC395 G01
NC396 G01	NC397 G02	NC398 G03	NC399 G00 X0 Y0 Z0	NC400 G01
NC401 G01	NC402 G02	NC403 G03	NC404 G00 X0 Y0 Z0	NC405 G01
NC406 G01	NC407 G02	NC408 G03	NC409 G00 X0 Y0 Z0	NC410 G01
NC411 G01	NC412 G02	NC413 G03	NC414 G00 X0 Y0 Z0	NC415 G01
NC416 G01	NC417 G02	NC418 G03	NC419 G00 X0 Y0 Z0	NC420 G01
NC421 G01	NC422 G02	NC423 G03	NC424 G00 X0 Y0 Z0	NC425 G01
NC426 G01	NC427 G02	NC428 G03	NC429 G00 X0 Y0 Z0	NC430 G01
NC431 G01	NC432 G02	NC433 G03	NC434 G00 X0 Y0 Z0	NC435 G01
NC436 G01	NC437 G02	NC438 G03	NC439 G00 X0 Y0 Z0	NC440 G01
NC441 G01	NC442 G02	NC443 G03	NC444 G00 X0 Y0 Z0	NC445 G01
NC446 G01	NC447 G02	NC448 G03	NC449 G00 X0 Y0 Z0	NC450 G01
NC451 G01	NC452 G02	NC453 G03	NC454 G00 X0 Y0 Z0	NC455 G01
NC456 G01	NC457 G02	NC458 G03	NC459 G00 X0 Y0 Z0	NC460 G01
NC461 G01	NC462 G02	NC463 G03	NC464 G00 X0 Y0 Z0	NC465 G01
NC466 G01	NC467 G02	NC468 G03	NC469 G00 X0 Y0 Z0	NC470 G01
NC471 G01	NC472 G02	NC473 G03	NC474 G00 X0 Y0 Z0	NC475 G01
NC476 G01	NC477 G02	NC478 G03	NC479 G00 X0 Y0 Z0	NC480 G01
NC481 G01	NC482 G02	NC483 G03	NC484 G00 X0 Y0 Z0	NC485 G01
NC486 G01	NC487 G02	NC488 G03	NC489 G00 X0 Y0 Z0	NC490 G01
NC491 G01	NC492 G02	NC493 G03	NC494 G00 X0 Y0 Z0	NC495 G01
NC496 G01	NC497 G02	NC498 G03	NC499 G00 X0 Y0 Z0	NC500 G01
NC501 G01	NC502 G02	NC503 G03	NC504 G00 X0 Y0 Z0	NC505 G01
NC506 G01	NC507 G02	NC508 G03	NC509 G00 X0 Y0 Z0	NC510 G01
NC511 G01	NC512 G02	NC513 G03	NC514 G00 X0 Y0 Z0	NC515 G01
NC516 G01	NC517 G02	NC518 G03	NC519 G00 X0 Y0 Z0	NC520 G01
NC521 G01	NC522 G02	NC523 G03	NC524 G00 X0 Y0 Z0	NC525 G01
NC526 G01	NC527 G02	NC528 G03	NC529 G00 X0 Y0 Z0	NC530 G01
NC531 G01	NC532 G02	NC533 G03	NC534 G00 X0 Y0 Z0	NC535 G01
NC536 G01	NC537 G02	NC538 G03	NC539 G00 X0 Y0 Z0	NC540 G01
NC541 G01	NC542 G02	NC543 G03	NC544 G00 X0 Y0 Z0	NC545 G01
NC546 G01	NC547 G02	NC548 G03	NC549 G00 X0 Y0 Z0	NC550 G01
NC551 G01	NC552 G02	NC553 G03	NC554 G00 X0 Y0 Z0	NC555 G01
NC556 G01	NC557 G02	NC558 G03	NC559 G00 X0 Y0 Z0	NC560 G01
NC561 G01	NC562 G02	NC563 G03	NC564 G00 X0 Y0 Z0	NC565 G01
NC566 G01	NC567 G02	NC568 G03	NC569 G00 X0 Y0 Z0	NC570 G01
NC571 G01	NC572 G02	NC573 G03	NC574 G00 X0 Y0 Z0	NC575 G01
NC576 G01	NC577 G02	NC578 G03	NC579 G00 X0 Y0 Z0	NC580 G01
NC581 G01	NC582 G02	NC583 G03	NC584 G00 X0 Y0 Z0	NC585 G01
NC586 G01	NC587 G02	NC588 G03	NC589 G00 X0 Y0 Z0	NC590 G01
NC591 G01	NC592 G02	NC593 G03	NC594 G00 X0 Y0 Z0	NC595 G01
NC596 G01	NC597 G02	NC598 G03	NC599 G00 X0 Y0 Z0	NC600 G01
NC601 G01	NC602 G02	NC603 G03	NC604 G00 X0 Y0 Z0	NC605 G01
NC606 G01	NC607 G02	NC608 G03	NC609 G00 X0 Y0 Z0	NC610 G01
NC611 G01	NC612 G02	NC613 G03	NC614 G00 X0 Y0 Z0	NC615 G01
NC616 G01	NC617 G02	NC618 G03	NC619 G00 X0 Y0 Z0	NC620 G01
NC621 G01	NC622 G02	NC623 G03	NC624 G00 X0 Y0 Z0	NC625 G01
NC626 G01	NC627 G02	NC628 G03	NC629 G00 X0 Y0 Z0	NC630 G01
NC631 G01	NC632 G02	NC633 G03	NC634 G00 X0 Y0 Z0	NC635 G01
NC636 G01	NC637 G02	NC638 G03	NC639 G00 X0 Y0 Z0	NC640 G01
NC641 G01	NC642 G02	NC643 G03	NC644 G00 X0 Y0 Z0	NC645 G01
NC646 G01	NC647 G02	NC648 G03	NC649 G00 X0 Y0 Z0	NC650 G01
NC651 G01	NC652 G02	NC653 G03	NC654 G00 X0 Y0 Z0	NC655 G01
NC656 G01	NC657 G02	NC658 G03	NC659 G00 X0 Y0 Z0	NC660 G01
NC661 G01	NC662 G02	NC663 G03	NC664 G00 X0 Y0 Z0	NC665 G01
NC666 G01	NC667 G02	NC668 G03	NC669 G00 X0 Y0 Z0	NC670 G01
NC671 G01	NC672 G02	NC673 G03	NC674 G00 X0 Y0 Z0	NC675 G01
NC676 G01	NC677 G02	NC678 G03	NC679 G00 X0 Y0 Z0	NC680 G01
NC681 G01	NC682 G02	NC683 G03	NC684 G00 X0 Y0 Z0	NC685 G01
NC686 G01	NC687 G02	NC688 G03	NC689 G00 X0 Y0 Z0	NC690 G01
NC691 G01				

Table 1. Working conditions & working time

Condition	Rough	Finish	Pencil	Cleanup
Cutting speed (rpm)	2,500	2,800	2,500	2,800
Feed rate (mm/min)	150	180	150	180
Pitch(mm)	0.8	0.6	0.8	0.6
Plan step(mm)	1	1	-	-
Working time (min)	212	200	36	20

Table 2. Experimental conditions

CAD Software	Mechanical desktop 4.0
CAM Software	Z-master
Ball End Mill	Rough
	Finish
	Pencil
	Cleanup
Tolerance	±0.001
NC Machine tool	TONG IL(TNV 40AM)

5. 결 론

승용차용 커넥팅 로드를 생산할 수 있는 금형제작시 CAD/CAM/CNC 시스템을 활용하여 가공을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 여러 가지 가공방법을 통하여 가공공정의 다양성을 측정할 수 있었다.
- (2) DNC 작업의 장점인 무인화 가공이 가능하며 실제 가공시간의 평균이 가능하다.

(3) 이로써 후처리 모듈을 적절히 선택하면 가공시간의 단축이 가능하다.

(4) CAM 프로그램을 사용하여 시뮬레이션을 실시하면 과작 및 미작 부분을 파악할 수 있으므로 금형의 정밀도를 유지할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 이건우, “컴퓨터 그래픽과 CAD”, 영지문화사, 1997.
- [2] (주)큐비테크, “Z-master Reference Manual”, 1997.
- [3] 배종의, “미시닝센터 프로그래밍과 가공”, 도서출판 황학, pp.46~260, 1996.
- [4] Lott, N. J. and Pullin, D. I., “Method for fairing B spline surfaces”, Computer Aided Design, Vol.20, No.10, pp.597~606, 1997.
- [5] Piegls, L. and Tiller, W. “Curve and Surface Constructions Using Rational B-splines”, Computer Aided Design, Vol.19, No.9, pp.606~616, 1987.
- [6] 이종선, 이춘호, 하영민, “순차이송금형 제작시 DNC 적용”, 한국공작기계학회 춘계학술대회, pp.32~37, 1998.
- [7] 이봉선, 남궁충, 이정윤, “CAM 프로그램을 이용한 연속주조 몰드의 공정개선”, 한국공작기계학회 춘계학술대회, pp.228~234, 1998.
- [8] 이종선, “CAD/CAM/CNC를 활용한 금형제작기술”, 한국공작기계학회지, Vol.9, No.3, pp.18~26, 2000.