

헤밍 금형 품질 향상

(헤밍공정 성형해석 기술개발 및 적용)

2002.5.09
현대자동차
금형기술개발팀

목 차

1. 개요
2. 헤밍 금형의 해결 과제
3. 연구 내용
 - 3-1. 헤밍 공정의 성형 프로세스
 - 3-2. 헤밍 판넬의 일반적 결함
 - 3-3. 헤밍 판넬의 결함 및 설계변수 분석
 - 3-4. 연구개발 체계
 - 3-5. 2차원 해석(국부해석 포함) 및 3차원 해석의 예
 - 3-6. 헤밍 해석기술 개발의 방법
4. 기술개발 진행 요약 (~현재)
 - 4-1. 헤밍 해석 FLOW CHART
 - 4-2. Hood otr 및 Inr 공정별 성형해석
 - 4-3. 해석 진행 방법
 - 4-4. 2차원(단면) 해석을 통한 헤밍 성형성 평가
 - 4-5. 2.5차원(영역) 해석을 통한 헤밍 성형성 평가
 - 4-6. 3차원 해석을 통한 헤밍 성형성 평가
5. 향후 과제

1. 개요

■ 목 적
헤밍공정시에 발생하는 각종 결함 등의 문제점을 분석하고, 그 원인 제공에 관여하는 설계인자 등에 대한 체계적인 변수연구를 수행함으로써, 궁극적으로 금형 개발기간을 단축하고 완성차의 외관품질을 극대화할 수 있는 기술 확보

- 목 표**
- 1) 새로운 PROCESS를 통한 헤밍금형 제작(소공정 성형해석)
 - 2) 헤밍금형 제작 표준 재정립
 - 3) 신소재, 신공법 적용 기술 개발(알루미늄, roll 헤밍)

■ 예상 효과 (GK 실적기준)

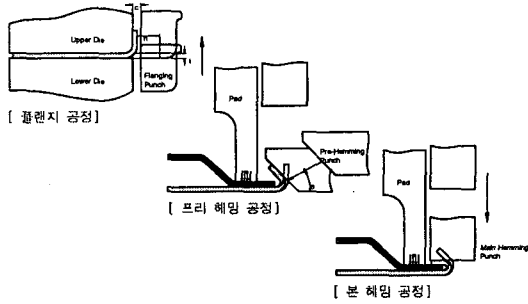
유형 효과	무형 효과
1) 헤밍 금형 품질 향상 : 75점 → 85점	1) 헤밍 금형 제작 프로세스의 개선
2) 헤밍 금형 기간 단축 : 16 개월 → 12 개월	2) 헤밍 성형성의 명확한 분석기술 확보
	3) 헤밍 판넬 품질향상을 위한 표준제정입

2. 헤밍 금형의 해결 과제

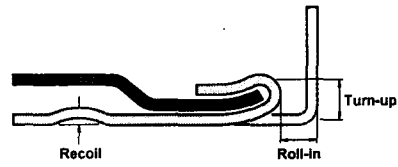
- 각 차종 파트의 단면에 대한 프리 헤밍 진입각도 및 진입량의 최적화
- 프리 헤밍 타이밍 분석
- 최적 헤밍 반경
- 구간별 프리 헤밍 롤 갯수의 최적화
- 코너부 프리 헤밍성 분석
- 인장 성형부와 압축 성형부의 헤밍조건 분석
- 일체 헤밍(프리 헤밍 + 본 헤밍) 조건 분석
- 헤밍다이 리브 구조 최적화(중량·감소)
- 신소재 및 신공법 적용기술 확립
 - ▣ 알루미늄 등의 신소재 적용을 위한 로프 헤밍 성형 기준 확립
 - ▣ 롤 헤밍 성형 기준 확립

3. 연구 내용

3-1. 헤밍 공정의 성형 프로세스



3-2. 헤밍 판넬의 일반적 결함



3-3. 헤밍판넬의 결함 및 설계변수 분석

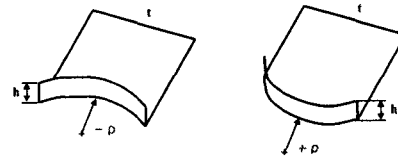
헤밍공정에서 발생하는 전형적인 결함을 유형별로 분류하고, 이들 결함의 발생 여부와 정도에 관여하는 제품설계 변수와 공정설계 변수들을 정의함

■ 결함의 유형

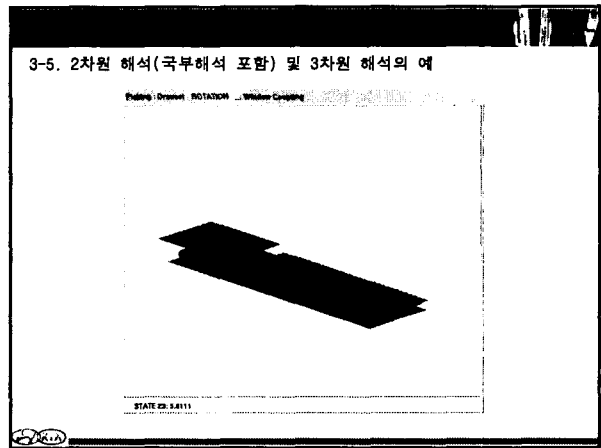
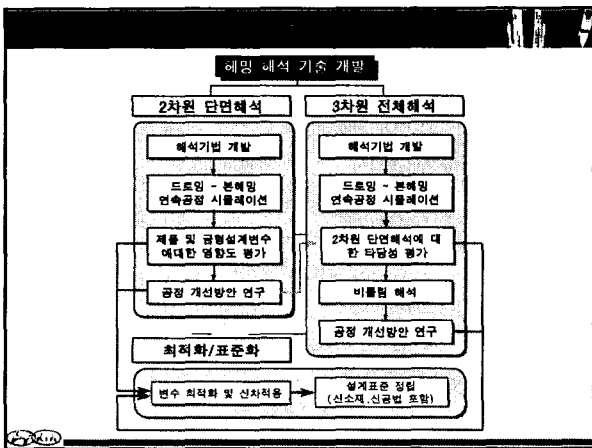
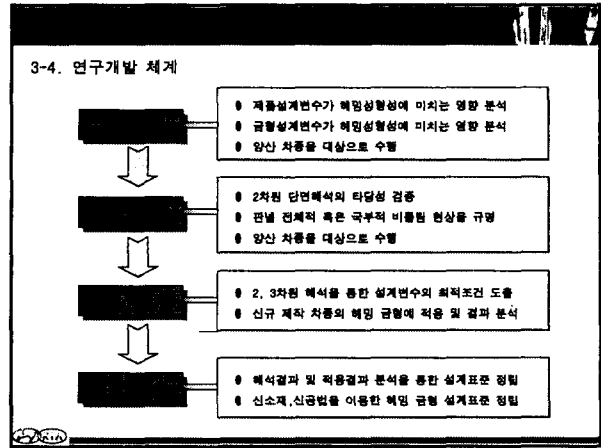
① Turn-up / Turn-down	헤밍공정 후 탄성복원에 의해 헤밍 끝단부가 위로 (Turn-up) 또는 아래로 (Turn-down) 휘는 결함
② Recoil	헤밍부 근처에서 외판이 안쪽으로 오목하게 들어가는 결함
③ Roll-in / Roll-out	헤밍공정 후 외판 플랜지부가 안쪽으로 밀려 들어가거나 (Roll-in) 밀려나오는 (Roll-out) 결함
④ 스프링백	스프링백으로 인한 내,외판의 결함
⑤ 비틀림	판넬의 전체적(global) 혹은 국부적(local) 비틀림
⑥ 용접블랭크 성형	용접블랭크(TWB) 용접부에서의 헤밍성형 불량

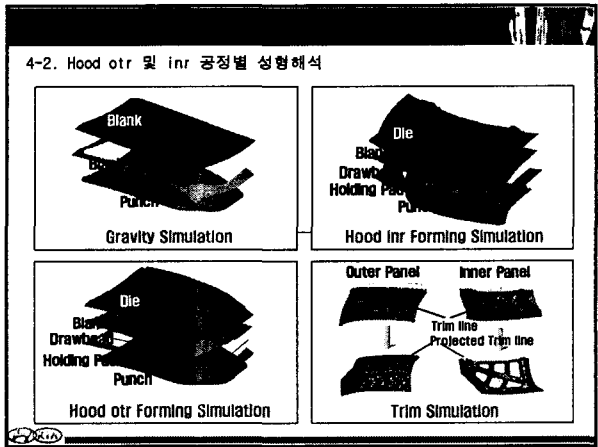
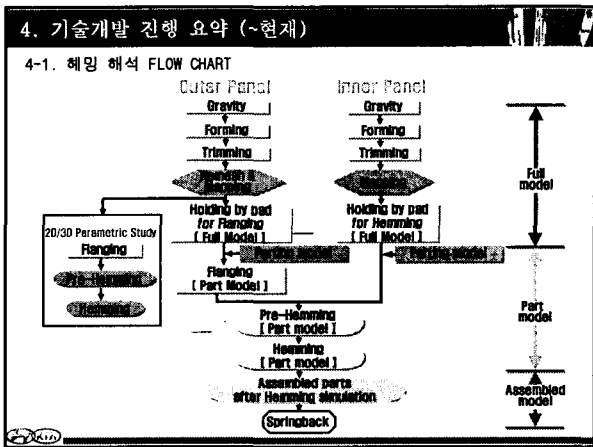
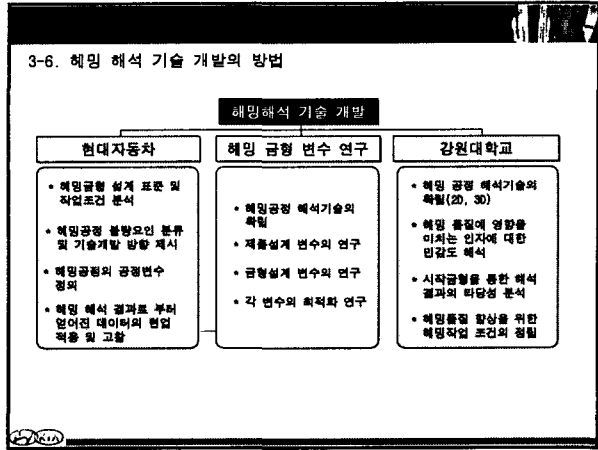
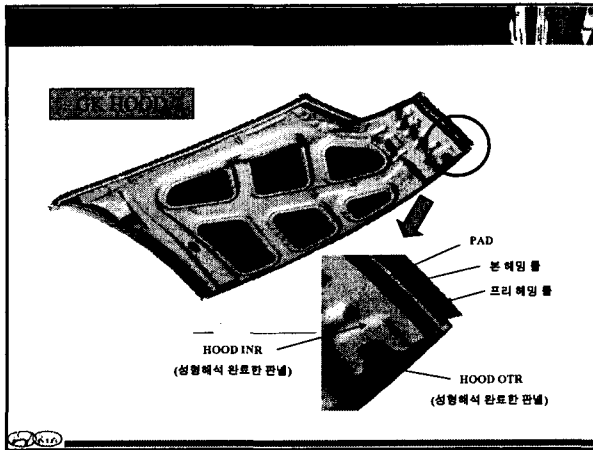
■ 설계변수의 정의

제품설계 변수	인장변형 곡률 (In-Plane Curvature)	$-p$
	압축변형 곡률 (Out-Plane Curvature)	$+p$
	소재 두께 (Blank Thickness)	t
	플랜지 길이 (Flange Length)	h
	소재 돌출치 (Blank Material)	



금형설계 변수	헤밍 반경	R_h
	INR 끝단과 OTR BREAK 라인 사이의 거리	l
	플렌지의 편치 코너 반경 (Radius)	R_p
	플렌지의 다이 코너 반경 (Radius)	R_d
	플렌지의 편치-다이 간격(Clearance)	c
	프리(Pre) 헤밍 다이 성형면 각도	α
	프리(Pre) 헤밍 다이 작동 각도	θ
	프리(Pre) 헤밍 다이 작동 위치	s
	프리(Pre) 헤밍 다이 작동 타이밍	
	구간별 프리 헤밍 다이 개수 및 크기	
	헤밍 패드 크기 및 위치	
	헤밍 패드 압력	p





4-3. 해석 진행 방법

- 1) 2차원(단면) 해석을 통한 헤밍 성형성 평가

제품변수, 공형변수의 파라미터릭 해석을 통한 최적 성형조건 도출

- 2) 2.5차원(국부 3차원) 헤밍해석 기법 개발 완료

구간별 헤밍조건 분석 및 최적화

- 3) 3차원(FULL MODEL) 헤밍해석 기법 개발 완료

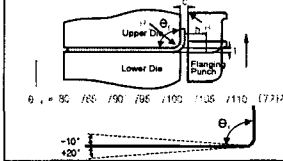
스프링백에 의한 비틀림 분석

4-4. 2차원(단면) 해석을 통한 헤밍 성형성 평가

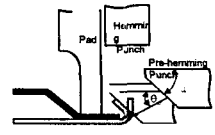
1. 분석 대상인 저출변수 및 공형변수 목록

Flange length	h	10 mm (const)
Thickness	t	0.8 mm (const)
Clearance	c	0.81 mm (const)
Flange die radius	R _d	0.5 mm (const)
Flange punch r	R _p	2.5 mm (const)
Flange angle	θ	90°~110° (Variable)
Face angle	α	43° (const)
Pre-hemming insertion angle	θ _p	37°~57° (variable)

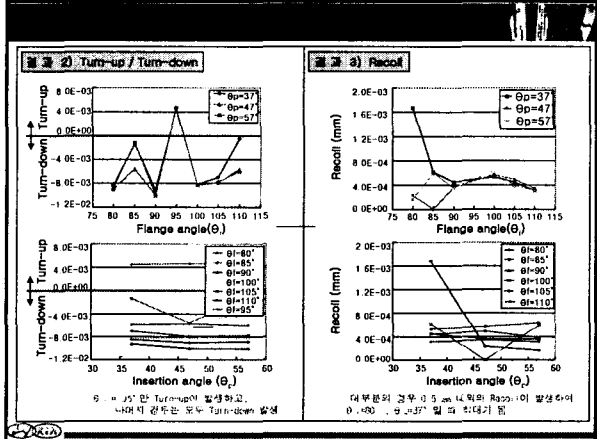
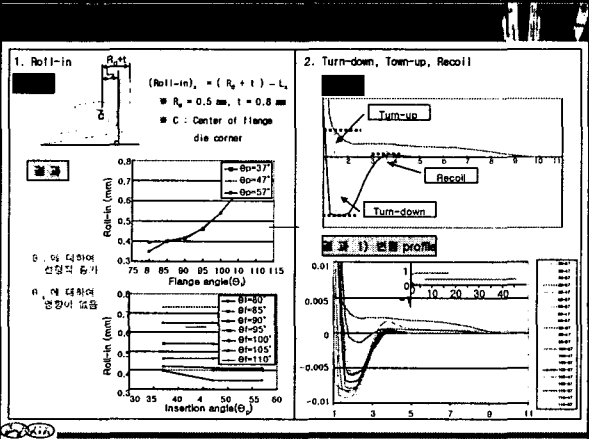
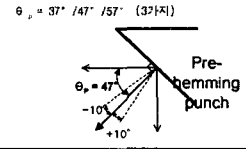
2. 돌림지공정 모식도 및 Flange angle test 내용

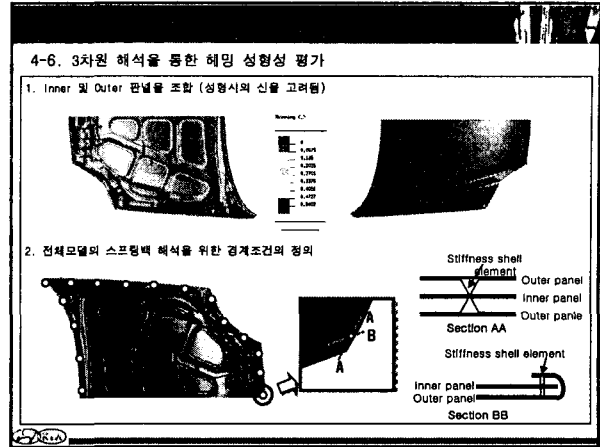
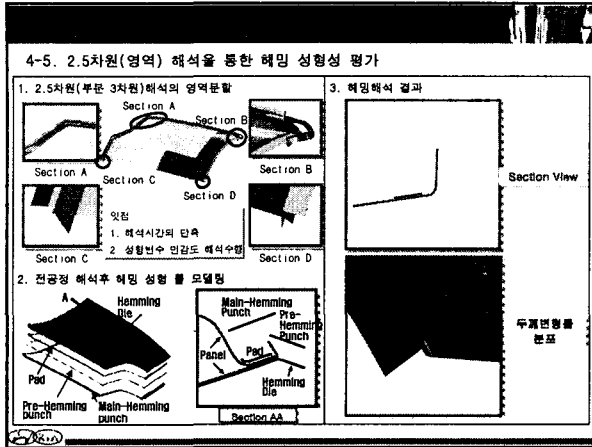


3. 헤밍공정 모식도



4. Insertion angle(Pre-Hemming진입각) test 내용





5. 향후 과제
- 헤밍해석 방법론 확립 및 변수 해석 완료 (5월 末 예정)
 - 2차원 단면 해석을 통한 지름변수, 금형변수의 파라메트릭 해석 완료
 - 2.5차원 국부 3차원 해석에서 분할영역의 헤밍조건과 2차원 단면해석 결과 비교분석 및 차이점 고찰
 - 3차원 풀모델 해석결과에서 전체모델의 동시해방 실시하여 비틀림 해석 수행 및 결과보고
 - 시험금형을 통한 해석 타당성 검토
 - Hood 에서 대표적인 단면에 대한 시험금형 제작 및 시험으로 해석결과 비교분석 실시
 - 해석 과 시험의 결과에 따라 성형해석기술 재고
 - 양산 개발 금형에의 적용
 - 실제 양산을 목적으로하는 개발금형에 대하여 해석결과를 금형설계 단계에 적용 및 평가
 - 실금형 적용성 평가가 목적임
 - 향후 헤밍금형설계 표준자료로 사용함