

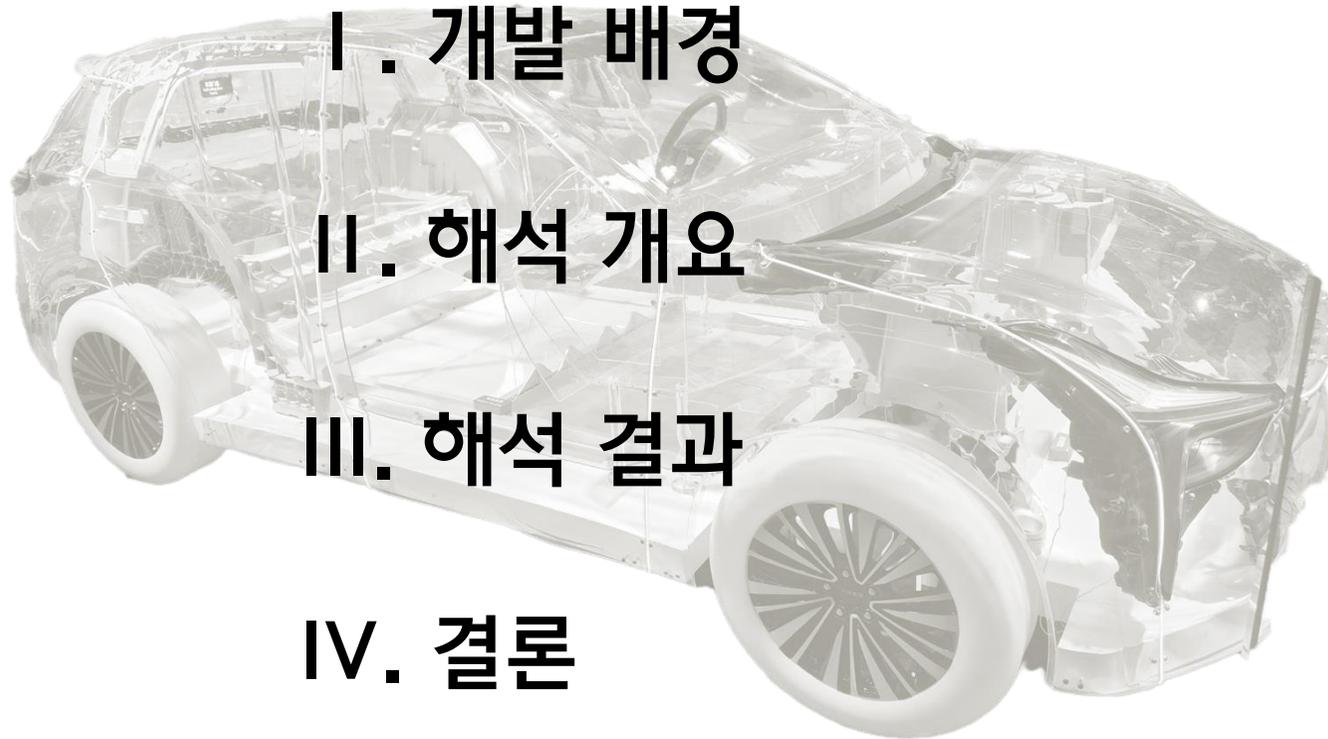
2025 MAGMA KOREA USER MEETING

HEAT BALANCE 결과를 활용한 금형 열량 예측 해석 기술 사례 소개

2025. 11. 11

현대자동차
전동화선행생기2팀
김성훈 책임매니저

HYUNDAI
MOTOR GROUP



I. 개발 배경

II. 해석 개요

III. 해석 결과

IV. 결론

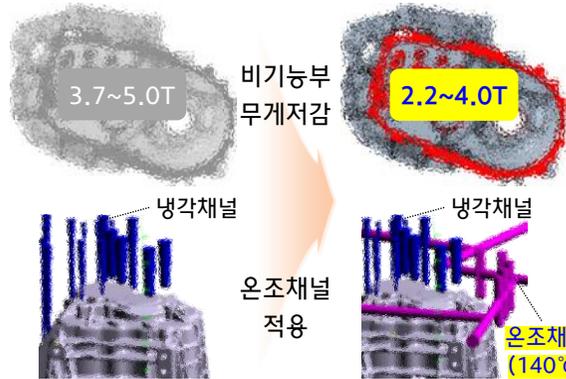
I. 개발 배경

▶ 제품 박육화, 대형화에 따른 단순 온도결과 분석을 통한 금형 전체 냉각 분석 한계

■ 제품 트렌드

박육화

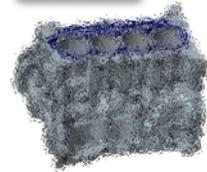
- 금형온도 확보를 위한 온조채널 적용



대형화

- 냉각/온조채널 증가

엔진 블록



3,500T 주조기
일반냉각수 사용하며
매니폴더로 분개
(온도조절 X)

리어 언더바디

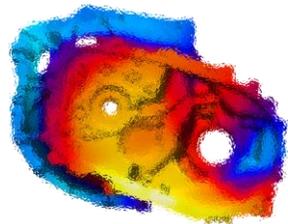


8,800T 주조기
냉각채널 약 30라인
온조채널 약 50라인

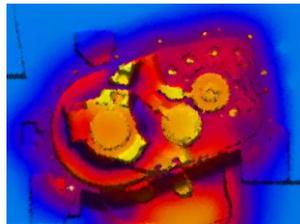
➔ 제품 박육화에 따른 온조채널 적용 및 대형화에 따른 채널 수 증가

■ 해석 현황

- 제품, 금형 단순 온도결과 분석 → 상세 금형온도 분석 한계



<분석대상 : 제품>

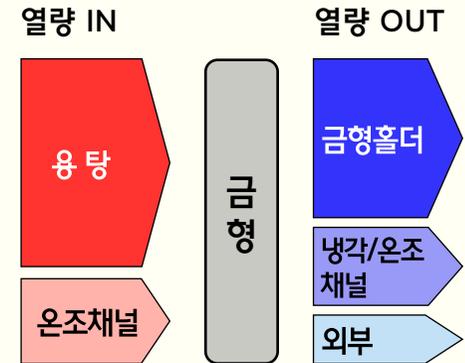


<분석대상 : 단일 금형>

- 금형 구성요소 (각 금형, 냉각/온조채널, 홀더 등) 간 영향 미고려
- 금형온도 분포 원인 분석 불가
→ 국부적 수정을 통한 온도 조절
(냉각채널 위치, 스프레이 등)

MAGMA HEAT BALANCE

기능을 활용한
금형시스템 內
열량 교환 분석



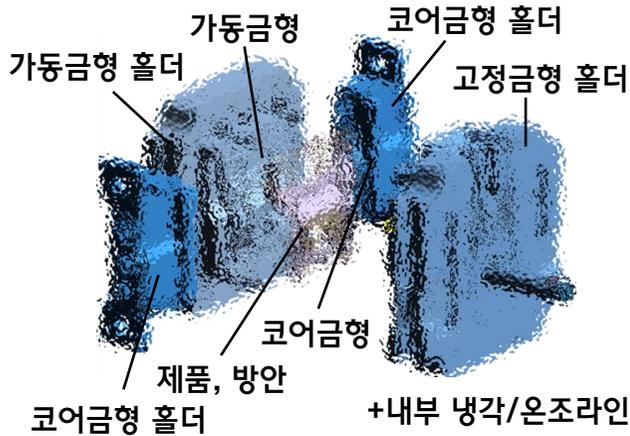
금형온도 예측 기술
고도화를 통한
소재 품질 사전 확보
+ 에너지 절감 효과 기대

II. 해석 개요

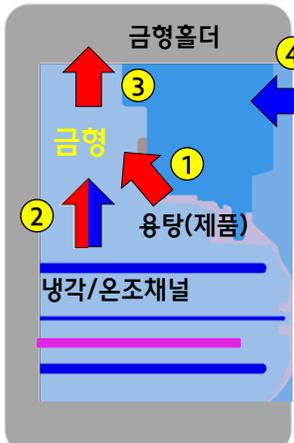
➤ 목표 : 금형시스템 각 구성요소 간 열량 교환 분석을 통한 금형온도 만족하는 최적의 HEAT BALANCE 도출

■ 금형시스템 계면 간 열전달

• 분석 대상 : 금형시스템 전체



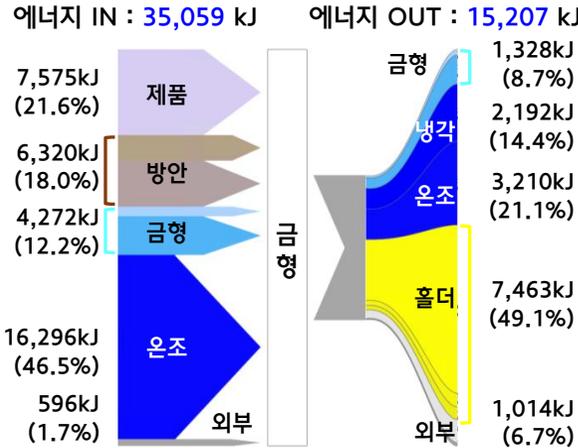
• 금형 계면 간 열량 흐름



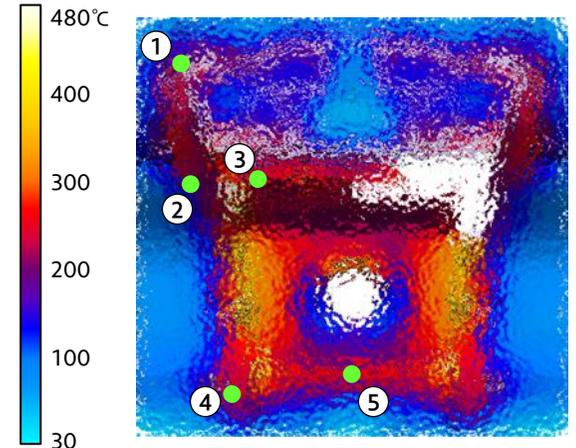
- 1) 에너지 IN
 ① 용탕(제품) → 금형
 ② 온조채널 → 금형
- 2) 에너지 OUT
 ② 금형 → 냉각/온조채널
 ③ 금형 → 금형홀더
 ④ 금형 → 스프레이/외부

■ 분석 방법

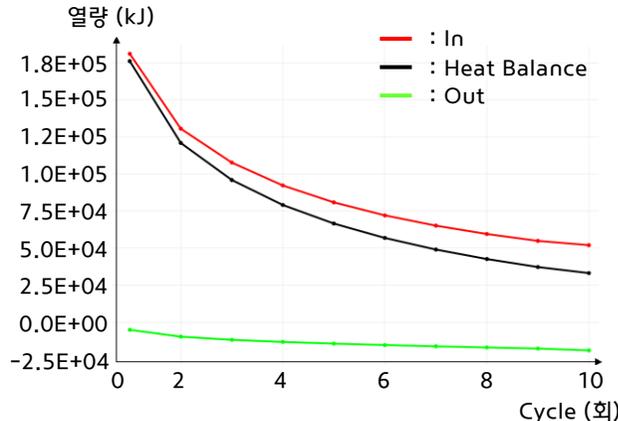
• SANKEY 차트를 통한 열교환량 계산



• 금형온도 분석



• Cycle별 HEAT BALANCE 그래프

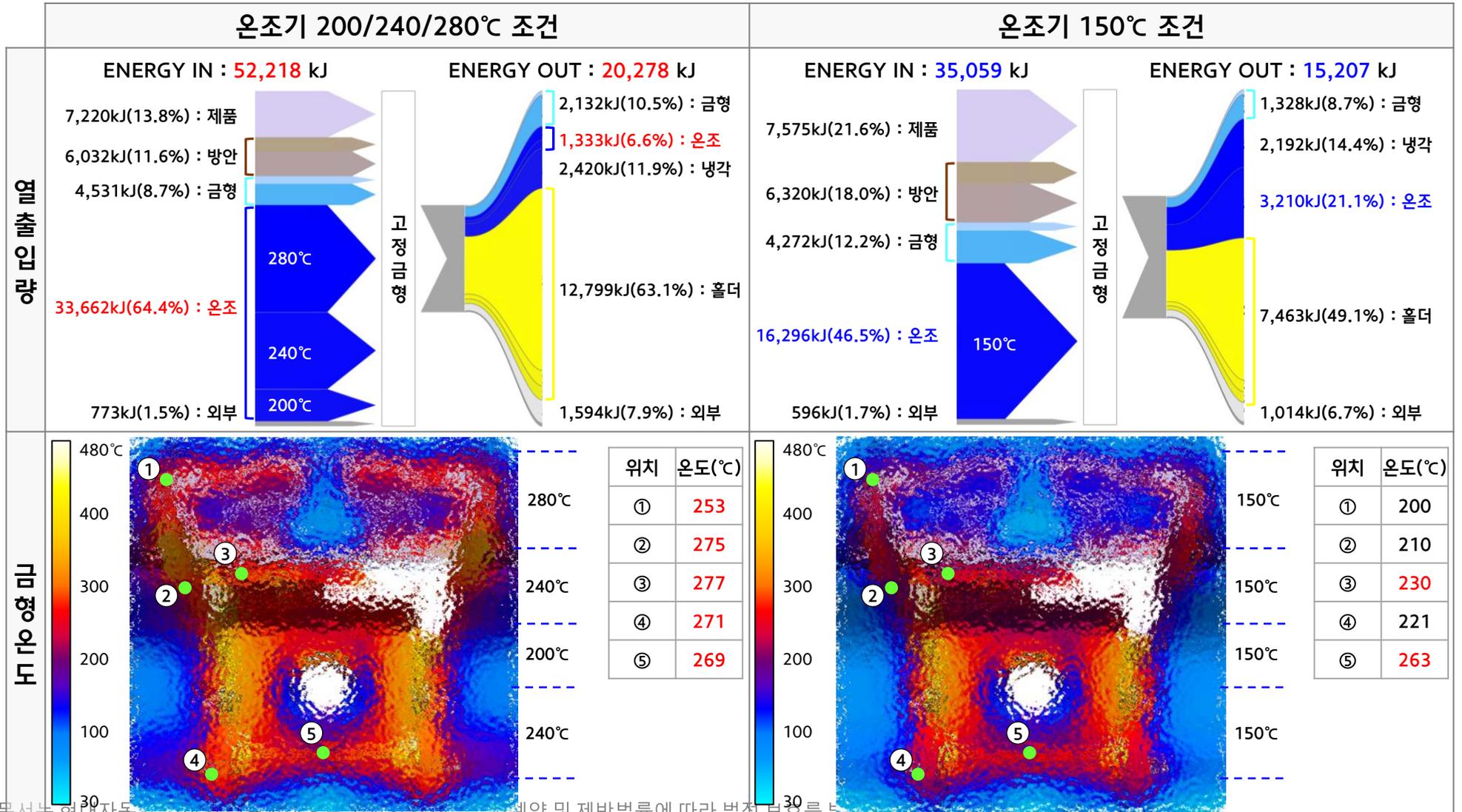


• 온조온도 변경 결과 비교

	<조건1>	<조건2>
Top Section	280°C	150°C
Middle Section	240°C	150°C
Bottom Section	200°C	150°C
Bottom Section	240°C	150°C

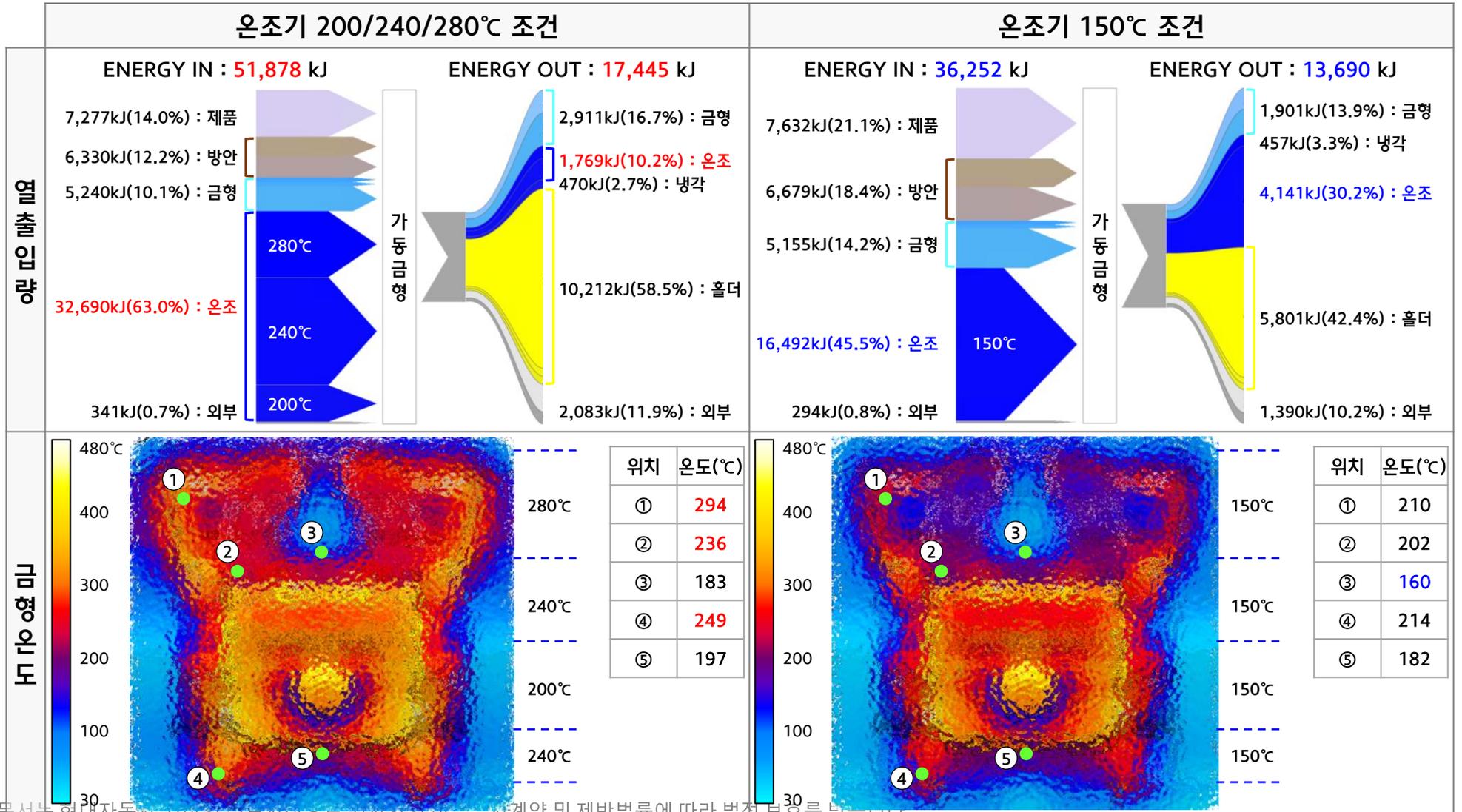
III. 해석 결과_ 고정금형

- 열에너지 IN ↔ OUT 차이 약 38% (12,088 KJ) 감소. 온조채널을 통한 열에너지 IN 량 영향 큼
- 150℃ 조건에서 금형온도 하락하나, 열에너지 IN > OUT으로 금형온도는 지속해서 상승 예상



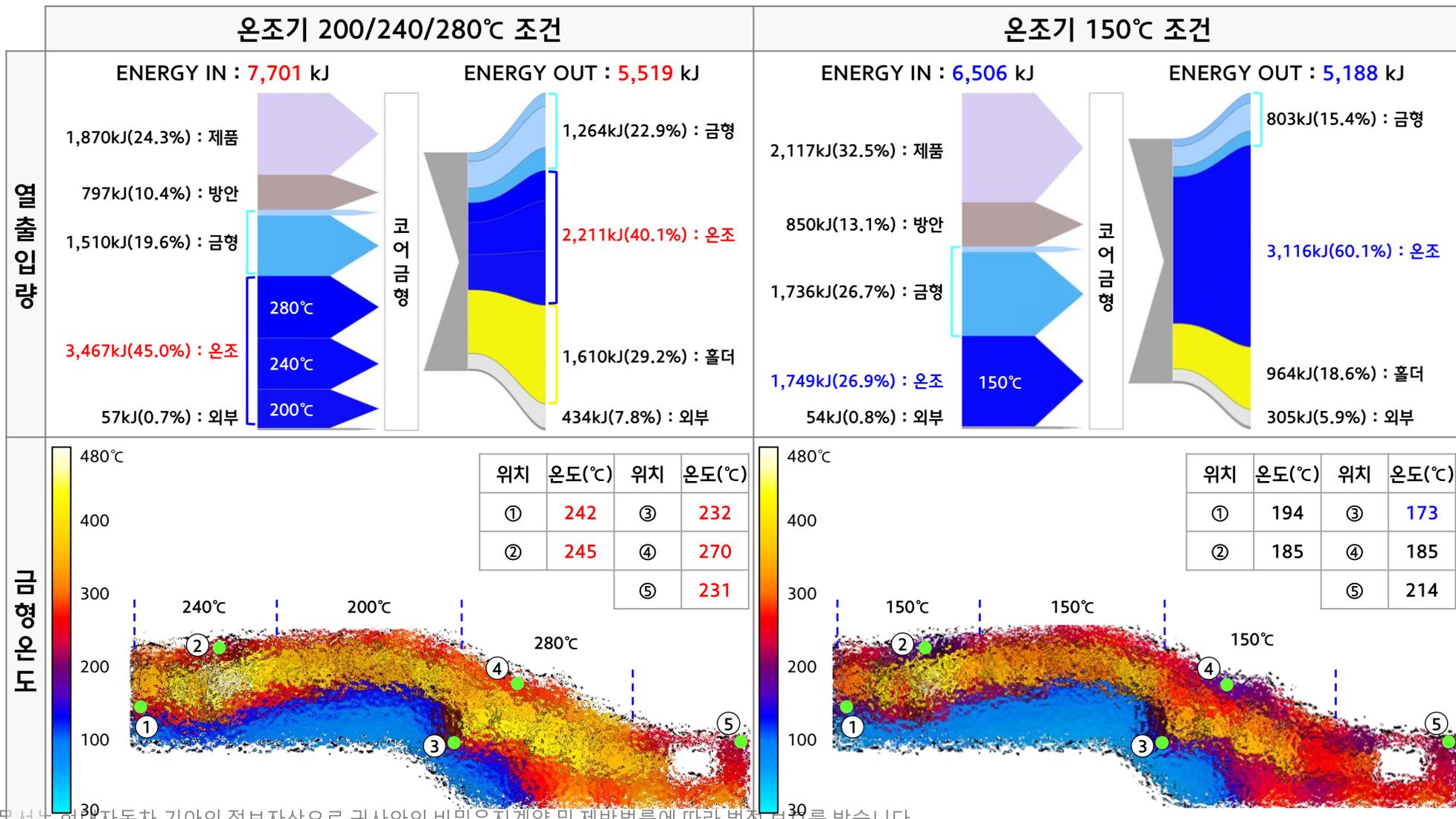
III. 해석 결과_ 가동금형

- 열에너지 IN ↔ OUT 차이 약 35% (11,871 KJ) 감소. 온조채널을 통한 열에너지 IN 량 영향 큼
- 150℃ 조건 금형온도 하락하나, 열에너지 IN > OUT으로 금형온도는 지속해서 상승 예상



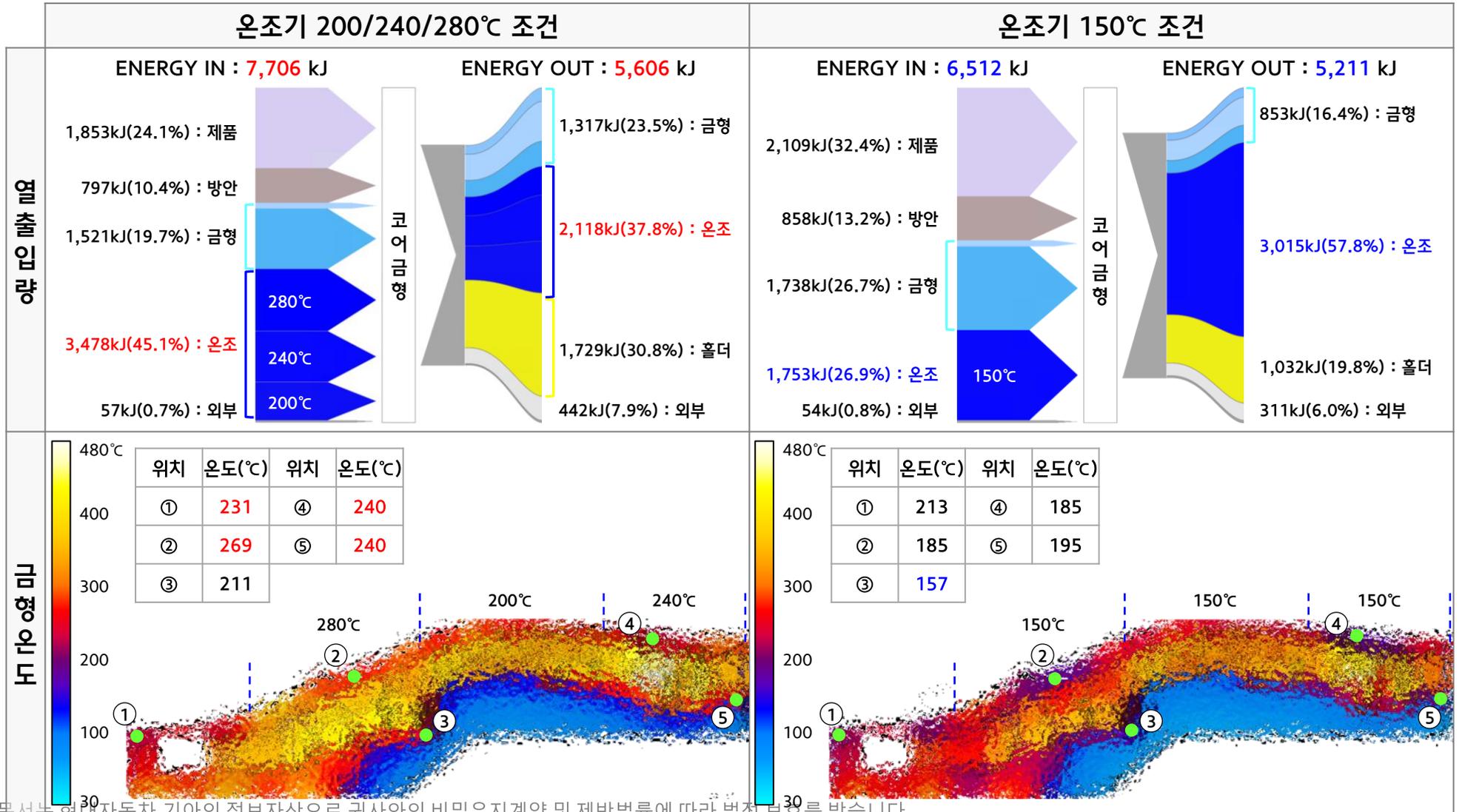
III. 해석 결과_ 코어금형(1)

- 열에너지 IN ↔ OUT 차이 약 40% (864 KJ) 감소. 온조채널을 통한 열에너지 OUT 영향 큼
- 150℃ 조건 전반적으로 금형온도 만족. 온조기 부분 수정을 통한 금형온도 확보 가능



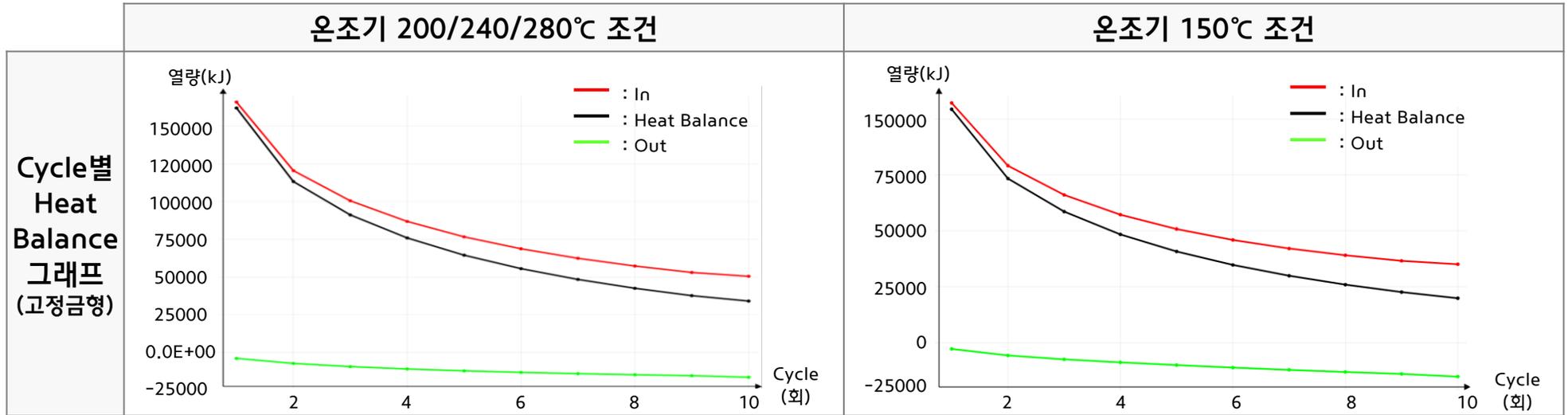
III. 해석 결과_ 코어금형(2)

- 열에너지 IN ↔ OUT 차이 약 38% (799 KJ) 감소. 온조채널을 통한 열에너지 OUT 영향 큼
- 150℃ 조건 전반적으로 금형온도 만족. 온조기 부분 수정을 통한 금형온도 확보 가능



III. 해석 결과_ 종합

- 열효율 개선되나, HEAT BALANCE 및 금형온도 만족을 위해 온조기 150℃보다 낮은 온도 관리 필요
 - 열에너지 IN > OUT → 금형온도 증가
- 고가동금형, 코어금형 특징 상이. 각 온조채널 설정하여 최적 금형온도 도출 가능



온조기 온도	200/240/280℃					150℃					열량 차이 (kJ) ①-②		
	열량 차이 (kJ) ①	금형 온도 (℃)					열량 차이 (kJ) ②	금형 온도 (℃)					
①		②	③	④	⑤	①		②	③	④	⑤		
고정	+31,940	253	275	277	271	269	+19,852	200	210	230	221	263	+12,088 (38%)
가동	+34,433	294	236	183	249	197	+22,562	210	202	160	214	182	+11,871 (35%)
코어	+2,182	242	245	232	270	231	+1,318	194	185	173	185	214	+864 (40%)

IV. 결론

종합

- 금형시스템 각 구성요소간 에너지 교환량 예측
 - 금형, 냉각/온조채널, 홀더, 용탕, 외부조건(스프레이 등) 계면간 에너지 교환
- 냉각/온조채널 각 라인별 금형 영향도 분석 가능
 - 라인별 ID 별도 설정 시 각 에너지 흐름 분석 가능
- 검증된 최적 금형온도 조건 확보
 - CYCLE별 HEAT BALANCE 추이 파악 + 목표 금형온도 만족
- 기존 해석 방식보다 다양한 해결방안 도출
 - 세분화된 해석결과 분석으로 금형온도 증감 방안 도출

계획

- 정확한 열량 교환 계산을 위한 냉각/온조채널 HTC값 정합성 확보
 - 냉각/온조채널 ↔ 금형 간 열전달계수 검증 필요
- CYCLE별 금형온도 해석 ↔ 실물 검증
- 스프레이, 블로우 공정 최소화 검토