

손실 한도와 거래 정지 하의 캘린더 규칙 포트폴리오: CVaR 제약 선형계획에 의한 포지션 규모 결정

Anonymous

Abstract

본 연구는 개별 전략의 성과 순위로 편입 규모를 정하는 관행을 폐기하고, 운용 한도 자체를 제약으로 옮긴 선형계획으로 포지션 규모를 결정하는 방법을 제안한다. 문제가 어려운 이유는 평가 체계에 있다. 성과가 일별 시가평가 손익의 경로로 평가되고, 일·월 손실 한도가 부과되며, 한도 초과 시 해당 월 잔여 기간의 거래가 정지되는 환경에서는 연율 Sharpe를 나열해 좋은 전략을 고르는 방식이 통하지 않는다. 전략 간 손익이 공통 금리·커브 요인으로 상관되어 유효 독립 전략 수가 14개 중 약 7개에 불과하므로, 표본 성과에 의한 선별은 곧 선택 편의가 되기 때문이다. 제안 방법 (F)는 전략별 lot 배수를 결정변수로, 일별 $CVaR_{95}$ ·일별 $CVaR_{90}$ 손실 한도와 구간별 순델타·커브·페어 노출 한도를 선형 제약으로, 표본 평균 수익의 연 환산 기대손익을 목적함수로 둔다. 거래 정지 규정은 월중 최대 누적손실이 결정변수의 조각선형 볼록 함수라는 성질을 이용해 확률 상한 제약으로 편입하며, 이로써 선형계획 구조가 보존된다. 전 표본에서 채택 해는 연 **18.2억 원**의 기대손익을 내는데, 이는 전량 편입(연 25.7억) 대비 수익의 약 22%를 양보하는 대신 일별 $CVaR_{95}$ 를 11,136만에서 6,952만으로, 최대낙폭을 9.6억에서 5.5억으로 줄인 결과다. 보수적 한도 앵커에서의 민감도 분석은 **1차 구속이 델타·커브·페어 한도이고** (동반 완화 시 연 11.3→20.7억), 월 손실 한도는 완만히 유효한 2차 축이며, 일 손실 한도는 6,000만 원까지 조여도 해가 불변인 무효 축임을 보인다. 방법은 캘린더 전략에 고유하지 않다 — 일별 손익 이력·델타 템플릿·보유 지시자만 있으면 어떤 전략이든 같은 선형계획의 열 하나로 편입된다.

쉽게 말하면, 돈을 버는 규칙 14개가 있다. 문제는 “어느 규칙을 쓸까”가 아니라 “**각각 얼마나 크게 할까**”다. 회사가 정해 준 손실 한도와 위험 한도를 넘지 않으면서 기대 수익이 가장 커지는 규모 조합을 컴퓨터가 1초 만에 계산하도록 만든 것이 이 논문의 내용이다. 핵심 주장은 두 가지다. (1) 성적이 좋은 규칙만 골라 담은 흔한 방식은 이 환경에서 실제로 실패했다. (2) 한도를 수익의 제약으로 직접 써 넣으면 규모가 자동으로 정해지고, 한도를 바꾸면 즉시 다시 계산된다.

1 용어 — 이 논문을 읽기 위한 최소한의 사전

이 절은 비전문가 독자를 위한 것이다. 이미 익숙한 독자는 건너뛰어도 된다.

bp (베이스스 포인트)

금리 0.01%를 뜻한다. 채권 금리가 3.00%에서 3.01%로 오르면 “1bp 올랐다”고 말한다.

델타 / DV01 / bpv

금리가 1bp 움직일 때 포지션의 평가손익이 얼마나 변하는지를 나타내는 금액. “델타 1,000만원/bp”는 금리가 1bp 움직이면 1,000만 원이 왔다 갔다 한다는 뜻이다. 위험의 크기를 재는 자다.

lot

이 논문의 규모 단위. lot 1 = 델타 1,000만원/bp. 규칙별 lot 배수 w 가 이 논문이 풀려는 값이다.

아웃라이트 / 커브 / 페어

아웃라이트는 한 종목을 그냥 사거나 파는 것(금리 방향에 베팅). 커브는 서로 다른 만기를 사고 파는 쌍(예: 3년 매수 + 10년 매도 — 금리 곡선의 기울기에 베팅). 페어는 같은 만기 안에서 종목만 바꾸는 쌍(예: 신지표 매도 + 구지표 매수).

지표물 / 경과물

가장 최근에 발행돼 거래가 활발한 종목이 지표물, 그 자리를 물려주고 거래가 뜸해진 종목이 경과물이다.

VaR와 CVaR

VaR₉₅는 “최악 5%가 시작되는 경계 손실”. CVaR₉₅는 그 경계를 넘어선 최악 5% 날들의 평균 손실이다. 예를 들어 1,873일 중 나쁜 순으로 93일을 뽑아 그 손실을 평균 낸 값이 일별 CVaR₉₅다.

LP (선형계획)

목적함수와 제약이 전부 일차식인 최적화 문제. 변수가 수천 개여도 1초 안에 전역 최적해가 나오고, 어떤 제약이 답을 묶고 있는지까지 알려준다.

그림자가격 (λ)

“이 한도를 딱 1단위만 늘려주면 연 기대수익이 얼마나 느는가”. 어느 한도를 협상해야 이득인지 알려주는 숫자다.

MDD (최대낙폭)

누적 손익 곡선이 고점 대비 가장 깊이 파인 폭.

표본외 검증 / 전방 채점

규칙을 만들 때 쓰지 않은 기간의 데이터로 성적을 매기는 것. 전방 채점은 실제로 미래를 향해 제안을 기록해 두고 나중에 채점하는, 가장 엄격한 형태다.

2 서론

2.1 문제 — 평가 체계가 최적화 문제의 형태를 정한다

전방 검증을 개별적으로 통과한 이벤트 조건부 캘린더 규칙이 14개 있다. 국고채 경쟁입찰일, 비경쟁인수 옵션 행사일, 기획재정부 조기환매(바이백) 실시일, 월말·분기말 같은 사건의 주변에서 종가에 진입하고 종가에 청산하는 현물 규칙들이다. 규칙 i 의 t 일 손익을 r_{it} , 규칙별 lot 배수를 $w_i \geq 0$ 이라 하면 포트폴리오의 일 손익은

$$X_t(w) = \sum_i w_i r_{it}. \quad (1)$$

운용 환경은 세 가지를 강제한다.

- (1) **일별 평가** — 성과는 일별 마크 손익의 경로로 평가된다. 연율 Sharpe는 보조 지표일 뿐이다.
- (2) **손실 한도와 거래 정지** — 일·월 손실 한도가 부과되고, 월 한도 초과 시 해당 월 잔여 기간의 거래가 정지된다. 본 연구는 이를 “초과 시점에 당월 포지션을 전량 청산하고 월말까지 신규 진입을 중단한다”로 명시적으로 모형화한다 (§4.5).
- (3) **델타 한도** — 만기 구간별 순델타 상한이 있다. 규칙들이 같은 구간에서 동시에 발동하면 단순 나열 방식으로는 한 구간에 수천만 원/bp가 쌓인다.

2.2 왜 성과 순위 나열이 실패하는가

“성과가 좋은 규칙만 골라 편입한다”는 접근은 이 환경에서 통계적으로 위험하다. 규칙 간 손익이 공통 요인(듀레이션·커브)으로 묶여 상관되어 있어 유효 독립 규칙 수 $N_{\text{eff}} \approx 7/14$ 에 불과하고, 따라서 표본 성과에 의한 선별은 곧 선택 편이가 된다. 실제로 그리디 선별과 μ -적합 최적화를 2025년 이후 표본외로 검증했을 때 세 번 연속으로 동일 위험 수준에서의 수익 우위가 사라지거나 역전됐다.

쉽게 말하면, 14개 규칙이 서로 독립이라면 성적표를 믿고 상위권을 뽑아도 된다. 그런데 실제로는 절반가량이 같은 위험(금리 방향, 곡선 기울기)에 얹혀 있어 독립적인 정보는 7개어치뿐이다. 이런 상태에서 “과거 성적 1등”을 뽑으면 실력이 아니라 **운 좋았던 표본을 뽑는** 일이 된다. 그래서 이 논문은 규칙을 고르는 문제를 아예 풀지 않고, 전부 후보로 두되 **규모만 최적화**한다.

2.3 기여

1. **운용 한도를 그대로 제약으로 옮긴 선형계획 (F)**를 제시한다. 일·월 손실 한도는 CVaR 제약으로, 구간 델타·커브·페어 한도는 노출 상한으로 들어가며, 한도의 우변만 바꾸면 재판매가 1초다.
2. **거래 정지 규정을 선형계획 구조를 깨지 않고 반영**한다. 절단 손익 자체는 비볼록이지만, 월중 최대 누적손실이 w 의 조각선형 볼록 함수라는 보조정리를 통해 위반 확률 상한을 선형 제약으로 부과할 수 있다 (§4.5).
3. **순델타 한도의 구조적 맹점을 지적하고 스프레드 군 한도로 보완**한다. 커브와 페어는 순델타가 0이라 기존 한도를 그대로 통과하지만 한 종목에 레그가 축적된다 — 실측으로 3년 지표물 한 종목에 30bpv가 쌓인 사례가 있었다.
4. **보수적 한도 앵커에서의 민감도 격자**를 제시해, 어느 한도가 수익을 실제로 묶고 있는지를 정량화한다. 결과는 협상 우선순위를 뒤집는다 (§6.4).
5. **방법의 일반성**을 보인다. 캘린더 규칙에 고유한 것은 아무것도 없으며, 일별 손익 이력·델타 템플릿·보유 지시자만 갖춘 전략이면 무엇이든 같은 LP의 열 하나로 편입된다.

2.4 적용 범위 — 캘린더 규칙군은 첫 사례일 뿐이다

정식화 (F)가 전략에 요구하는 것은 세 가지뿐이다. (1) 일별 손익 이력 r_{it} (실측 또는 검증된 백테스트, 종가 마크), (2) 구간 델타 템플릿 δ_{ib} (포지션의 만기 구성), (3) 보유 지시자 a_{it} (언제 위험이 켜져 있는가). 이 셋이 있으면 통안 계열, 현·선물 베이스 매매, 커브·RV 재량 전략, 나아가 데스크의 다른 복까지 손익 행렬 R 의 열 하나와 제약 몇 행으로 같은 LP에 편입되고, 한도 사전·거래 정지·손절선·운용 대시보드가 그대로 작동한다.

3 배경 — CVaR 제약이 선형계획이 되는 이유

손실의 꼬리를 통제하는 위험 척도로 CVaR를 쓰는 이유는 두 가지다. 첫째, VaR와 달리 **꼬리의 크기를 반영**한다 — VaR는 경계만 보므로 그 너머에서 얼마나 크게 잃는지에 무관심하다. 둘째, 그리고 이 논문에서 결정적으로, **CVaR 제약은 선형 부등식으로 정확히 다시 쓸 수 있다**.

Rockafellar–Uryasev 선형화 [1]. “ $CVaR_\alpha \leq L$ ”은 보조변수 ζ 하나를 추가하면 w 와 ζ 에 대한 선형 부등식 몇 개로 정확히 치환된다. 각 날의 손실이 ζ 를 초과한 만큼을 받아 주는 변수 $u_t \geq \text{손실}_t - \zeta$, $u_t \geq 0$ 을 두고

$$\zeta + \frac{1}{(1-\alpha)T} \sum_t u_t \leq L$$

을 요구하면 된다. 이 부등식들을 만족하는 ζ 가 하나라도 존재하면 $CVaR_\alpha \leq L$ 이 성립하므로, ζ 를 w 와 함께 결정변수로 넣은 **LP 한 번**으로 끝난다. 먼저 풀어 두어야 하는 별도의 최소화 문제 같은 것은 없다. 풀리고 나면 ζ 값은 대략 VaR에 해당하는 부산물일 뿐 다시 쓰이지 않으며, 운용자가 만지는 것은 우변의 한도 L 뿐이다.

쉽게 말하면, “최악 5% 날들의 평균 손실을 1억 이하로 유지하라”는 요구는 언뜻 복잡한 조건처럼 보이지만, 보조 숫자 하나를 끼워 넣으면 **덧셈과 부등호만으로 된 조건**으로 정확히 바꿔 쓸 수 있다. 이 사실 덕분에 전체 문제가 1초에 풀리는 쉬운 문제로 남는다. 이 논문이 거래 정지 규정을 다룰 때도 (§4.5) 똑같은 기술을 다시 쓴다.

4 방법 — 정식화 (F)

4.1 한도 사전 — 화면의 한도가 수식의 어느 파라미터인가

운용 현장의 한도와 모형 파라미터의 대응을 먼저 고정한다. 이 표가 모형과 규정 사이의 번역기 역할을 한다.

Table 1: 한도 사전. 운용 화면 · 규정의 한도가 (F)의 어느 파라미터에 대응하는가.

운용 한도(현실)	기호	(F)에서	비고
일 손실 한도	L_d	(2)	일별 CVaR ₉₅ 상한 — 주 제약
월 손실 한도	L_m	(3)	월별 CVaR ₉₀ 상한 — 월 92관측이라 보조 제약
구간(만기) 델타 한도	C	(4)	전 구간 공통 · 통안 계열만 별도 상한
커브 한도 (3-10 · 10-30)	S_{curve}	(4')	커브 군별 동시 노출 상한 — 한쪽 레그 DV01 규약
페어 한도 (신구지표 등)	S_{pair}	(4')	순델타가 0이라 (4)가 보지 못하는 축적의 직접 캡
개별 손절선	L_{95_i}	(F) 밖	중가 돌파 시 청산 — 최적해 w 에 불변
정지 발동 한도	$\bar{L}$	(6) · (6a)	월중 최대 누적손실 기준 — 규정 실값 수령 시 갱신
허용 위반확률	p^*	(6a)	채택 5% — 월중 위반 확률의 보수적 LP 대체

수치에 관한 정직한 고지. 실제 운용 손실 한도(하드)는 본 분석 시점에 수치로 수령되지 않았다. 본문은 정식화와 해의 성질을 파라미터 형태로 다루고, **구체 수치**는 §6.4의 민감도 분석에서만 지정한다. 실제 한도가 주어진다면 우변만 바뀌므로 재풀이는 1초다.

4.2 정식화

(1) **목적:** $\max 252 \cdot \mu'w$ — **연 환산 기대손익.** μ_i 는 규칙 i 의 표본 일평균 손익이다(μ -적합). 이질적 전략군을 하나의 위험 예산 안에서 다루는 프레임워크에서 기대손익의 차이는 배분을 이끄는 1차 정보다 — 같은 위험 예산을 두고 경쟁하는 두 규칙 중 기대가 큰 쪽으로 lot이 가는 것이 (F)의 의도된 동작이다. 대가는 추정 오차다. 표본 평균은 비정상성과 행운에 오염될 수 있으므로, 이 위험은 모형 안이 아니라 **규율로** 관리한다: 사전 등록, 전방 채점, 알파 소멸 감시, 분기 재적합.

(2) $CVaR_{95}(\text{일손실}) \leq L_d$. 최악 5% 날들의 평균 손실이 일 손실 기준을 넘지 못하게 한다. 일별 1,873관측이라 꼬리 평균(93일)이 안정적이며, 이것이 **주 제약**이다.

(3) $CVaR_{90}(\text{월손실}) \leq L_m$. 월별 합산 손실의 꼬리를 제어한다. 월 92관측(꼬리 9개)이라 보조 제약으로만 쓴다.

(4) **구간별 순델타 상한.**

$$\left| \sum_i w_i \delta_{ib} a_{it} \right| \leq C_b \quad (2)$$

δ_{ib} 는 규칙 i 의 구간 b 레그 델타, a_{it} 는 t 일 활성 여부다. 표본에 나타난 활성 조합(유니크 90행)마다 한 줄씩 들어간다.

구조적 맹점. (4)는 순델타만 보므로 동일 구간 페어(신 · 구지표, 현 · 선물)와 커브 스프레드는 순 0으로 통과하고, 그 사이 레그 노출은 한 종목에 축적될 수 있다. 실측으로 3년 지표물 한 종목에 페어 · 커브 레그가 겹쳐 30bpv(레그 3,000만원/bp)가 쌓인 사례가 운용 검토에서 지적됐다.

(4') **스프레드 군 노출 한도 — 맹점의 보완.**

$$\left| \sum_{i \in g} w_i \cdot 1,000 \cdot a_{it} \right| \leq S_g \quad (3)$$

Sets

$i \in \mathcal{N}$	규칙 (현물 계열, $ \mathcal{N} =14$)
$t \in \mathcal{T}$	거래일 (2019-01~2026-08, $ \mathcal{T} =1,874$)
$m \in \mathcal{M}$	월 ($ \mathcal{M} =92$) · $b \in \mathcal{B}$: 테너 구간 (2y~30y) · $g \in \mathcal{G}$: 스프레드 군 (커브 3-10-10-30, 페어 신구지표)

Parameters

r_{it}	규칙 i 의 t 일 손익 [만원, lot 1 = 델타 1,000만원/bp 기준]
$R_{im} = \sum_{t \in m} r_{it}$	월 손익 · μ_i : 월평균 손익 (채택안은 $\mu_i \equiv \bar{\mu}$)
δ_{ib}, a_{it}	규칙 i 의 구간 b 레그 델타 [만원/bp] · t 일 보유 지시자
$L_d, L_m, C, S_{curve}, S_{pair}$	일별·월별 CVaR 한도 · 구간 캡 · 커브·페어 한도(한쪽 레그 DV01) · $\bar{w}=2$: 내부 최적화 상한
$\bar{L}, p^*$	하드 월한도(정지 트리거) · 허용 위반확률 · $\alpha_d=0.95, \alpha_m=0.90$: 신뢰수준

Derived

$$X_t(w) = \sum_i w_i r_{it} \quad \text{일 손익} \cdot C_m(w) = - \sum_{s \in m, s \leq t} X_s(w) : \text{월중 누적손실 (러닝)}$$

Decision variables

$w_i \in [0, \bar{w}]$	규칙 i 의 lot 배수
$\zeta_d, \zeta_m, \zeta_h \in \mathbb{R}$	VaR 보조변수 · $u_t, v_m, u_m^h \geq 0$: 초과손실 보조변수 (일·월·월중 러닝맥스)

$$\text{CVaR}_\alpha(\ell) = \min_{\zeta} \left\{ \zeta + \frac{1}{1-\alpha} \mathbb{E}[(\ell - \zeta)^+] \right\} \quad (\text{Rockafellar-Uryasev, 2000})$$

$$\begin{aligned} \max_{w, \zeta, u, v} \quad & 252 \sum_{i \in \mathcal{N}} \mu_i w_i & (1) \\ \text{s.t.} \quad & u_t \geq - \sum_{i \in \mathcal{N}} w_i r_{it} - \zeta_d, \quad u_t \geq 0 \quad \forall t \in \mathcal{T} & (2a) \\ & \zeta_d + \frac{1}{(1-\alpha_d)T} \sum_{t \in \mathcal{T}} u_t \leq L_d & (2b) \\ & v_m \geq - \sum_{i \in \mathcal{N}} w_i R_{im} - \zeta_m, \quad v_m \geq 0 \quad \forall m \in \mathcal{M} & (3a) \\ & \zeta_m + \frac{1}{(1-\alpha_m)|\mathcal{M}|} \sum_{m \in \mathcal{M}} v_m \leq L_m & (3b) \\ & \left| \sum_{i \in \mathcal{N}} w_i \delta_{ib} a_{it} \right| \leq C \quad \forall t \in \mathcal{T}, b \in \mathcal{B} & (4) \\ & \left| \sum_{t \in g} w_i \cdot 1000 \cdot a_{it} \right| \leq S_g \quad \forall t \in \mathcal{T}, g \in \mathcal{G} & (4') \\ & 0 \leq w_i \leq \bar{w} \quad \forall i \in \mathcal{N}, \quad \zeta_d, \zeta_m, \zeta_h \text{ free} & (5) \end{aligned}$$

커브·페어 군 익스포저 한도(선택) — 한쪽 레그 DV01 규칙(1 lot = 1,000만원/bp) 커브(구간 간 뺄)·페어(같은 구간 중복 뺄)의 군 총량을 합 — S_g = 커브 한도 S_{curve} 또는 페어 한도 S_{pair}

※는 운용 한도가 아닌 내부 최적화 상한 — 델타 합이 함의하는 상한($C/1,000$)과 일치하며, 순델타 0인 페어 규칙의 집중만 추가로 막는다

$$\begin{aligned} \tau_m(w) &= \min \{ t : C_m(w) \geq \bar{L} \}, \quad Y_m(w) = \sum_{t \leq \tau_m(w)} X_t(w) & (6) \\ \text{거래 정지 가장} & \text{— 월중 누적손실이 정지 발동 한도 L-bar에 최초 도달하면 당월 정산·신규 중단. 월단 손익 Y로 성과 평가 (지시항수 포함 = 비불록, 최적화 제약이 아닌 평가 규칙)} \\ u_m^h &\geq C_m(w) - \zeta_h, \quad u_m^h \geq 0 \quad \forall m \in \mathcal{M}, t \in m & (6a-i) \\ \zeta_h &+ \frac{1}{p|\mathcal{M}|} \sum_{m \in \mathcal{M}} u_m^h \leq \bar{L} & (6a-ii) \end{aligned}$$

(6)의 정단은 지시항수가 들어가 비불록이라 최적화에 직접 넣을 수 없다. 대신 월중 최대 누적손실 $\max_t C_{mt}$ (조각선형 불록)에 $\text{CVaR}(1-p^*)$ 상한을 걸어 “월중 위반” $\leq p^*$ 을 보수적으로 강제한다(보조정리, §6) — 선행 제약이라 문제가 LP로 유지된다

Figure 1: 정식화 (F). 위 블록은 집합·파라미터·결정변수, 아래 블록은 목적과 제약 (1)~(5), 커브·페어 한도 (4'), 거래 정지의 절단 정의 (6), 그리고 (6)의 절단이 비불록이라 최적화에 직접 넣을 수 없어 월중 위반 확률을 선형 제약으로 대신 눌러 두는 보수적 대체 (6a)다.

스프레드 군 g (커브 3-10 · 커브 10-30 · 페어 신구지표)마다 한 줄이다. 계수는 **한쪽 레그 DV01**(스프레드 1 lot = 1,000만원/bp)로 두어 “커브 한도 1,000”이 곧 커브 델타 1,000만원/bp를 뜻하게 운용 언어와 일치시켰다. 적용 단위도 분명히 한다 — **커브·페어 한도는 규칙 단위가 아니라 군 총량 단위다**. 10-30 커브를 내는 규칙이 몇 개가 동시에 살아 있든 그 한쪽 레그 DV01의 합이 S_{curve} 를 넘지 못하므로, 여러 전략의 누적으로 한도를 초과하는 일은 구성상 불가능하다.

쉽게 말하면. 3년을 사고 10년을 파는 포지션은 “합치면 0”이라 방향 위험 계산기에 안 잡힌다. 그런데 그런 포지션을 내는 규칙이 다섯 개 겹치면 3년 중목 한 개에 실제 물량이 산더미처럼 쌓인다. 계산기에는 0으로 보이는데 실제로는 위험한 상태다. (4')는 “합쳐서 0인지”가 아니라 **“한쪽 다리가 얼마나 쌓였는지”**를 직접 세서 막는다.

세 한도의 역할은 서로 다르다: 구간캡 = 방향(순델타) · 커브 한도 = 기울기 · 페어 한도 = 종목 교체 쌍. 커브 포지션은 두 레그가 각 구간 순델타도 소비하므로 구간캡과 커브 한도가 중복 적용되고, 페어 포지션은 순델타 0 · 커브 노출 0이라 페어 한도가 유일한 캡이다.

운용 시스템에서는 여기에 실장부 행 — 오늘 장부(보유 + 당일 청산분)와 내일 장부(보유 + 당일 진입)의 실현 조합 — 을 (4)·(4')에 더해 실제 장부 기준으로 캡을 지킨다. 이때 과거 진입 수량도 전부 현재 해 w 로 결정된 것으로 간주하는 운용 규약을 둔다. 보유분이 상수가 아니라 w -계수로 들어가므로 재풀이는 신규만이 아니라 장부 전체를 재산출한다.

(5) $0 \leq w \leq \bar{w}$ ($\bar{w} = 2$). 롱온리(규칙 방향은 규칙 정의에 내장)와 상자 제약이다. $\bar{w}$ 는 운용 한도가 아니라 모형 내부의 정칙화 상한으로, 운용자가 지정하는 값이 아니며 한도 사전에도 입력창에도 올리지 않는다. 실질 역할도 제한적이다 — 아웃라이트 · 커브 규칙에는 (4)의 델타 캡이 같은 상한을 이미 함의해 잉여이고, 순델타가 0에 가까운 페어 규칙이 CVaR 한도까지 한 규칙에 집중되는 것을 막는 안전판으로만 작동한다.

4.3 손절선 L95 — 통계가 끝나는 문턱

(F)는 규모를 정하고, 손절은 사건 경로를 자른다. 규칙별로 역대 보유 중 역행(불리한 이동)의 95분위 $L95_i[\text{bp}]$ 를 두고, 사건 누적손익이 $-L95$ 를 증가로 돌파하면 다음 아침 청산으로 승격한다. 그 너머는 역대 표본의 5%뿐이며 “평균회귀가 성립한다”는 통계적 근거가 끝나는 구간이므로 재량 홀드를 금지한다. L95 원장은 14개 규칙 전부에 완비돼 있다. 다만 보유 1명 업일($H = 1$) 규칙 2종은 중간 감시 증가가 없어 정규 경로에서는 발동이 불가능하므로, 이들의 L95는 사건 종료 손익 분포의 95분위로 산정하고 집행 의미를 (1) 지연 청산의 강제 청산선, (2) 사후 재해 심사 문턱 둘로 한정한다.

4.4 손실 한도 초과 — (F)가 보장하지 않는 것

정직한 답부터. (2)와 (3)은 꼬리의 평균에 대한 상한이지 개별 날·월의 초과 금지가 아니다. 실측으로 채택 해에서 일 손실이 L_d 를 넘은 날이 표본 1,873일 중 29일(1.5%)이다. 기존 방어 장치(L95 손절, 감속)는 전부 초과 확률을 낮추는 수단이었지 “초과 후 정지”의 모델이 아니었다.

4.5 거래 정지의 모형화 — 비불록을 피하는 경로

정지 트리거는 월 m 의 월중 누적손실 $C_{mt}(w) = -\sum_{s \leq t} X_s(w)$ 가 하드 한도 $\bar{L}$ 를 넘는 최초 도달(first passage)이고, 이후 손익은 절단된다. 절단 손익은 지시함수를 풀어 불록도 오목도 아니다 — 정확히 재현하려면 월×일 이진변수 + big-M + McCormick의 MILP가 된다 (이진 약 1,800개). 풀리는 크기이긴 하나, “표본에서 편리하게 늦게 위반하는” w 를 고르게 되어 §2.2의 과적합 경고가 배가되므로 보류했다. 채택 경로는 절단 동학의 재현이 아니라 위반 확률과 기대비용의 통제이며, 이 둘은 정확히 LP다.

보조정리 (월중 최대 누적손실의 LP 호환성). $Z_m(w) = \max_{t \leq T_m} C_{mt}(w)$ 는 선형함수들의 최댓값이므로 조각선형 볼록이다. 따라서 최댓값의 에피그래프가 유한 개의 선형부등식이고, $\text{CVaR}_{1-p^*}(Z)$ 의 Rockafellar–Uryasev 선형화가 그대로 통과한다. 보조변수 ζ_h 와 $u_m \geq 0$ 을 두고

$$u_m \geq C_{mt}(w) - \zeta_h \quad (\forall m, t), \quad \zeta_h + \frac{1}{p^* M} \sum_m u_m \leq \bar{L}$$

추가되는 행은 $T + M + 1$ 개로 기존 (F)와 같은 자릿수다. ■

(6a) 위반확률 제약. “정지 나는 월의 비율 $\leq p^*$ ”, 즉 $P(Z_m > \bar{L}) \leq p^*$ 는 $\text{CVaR}_{1-p^*}(Z) \leq \bar{L}$ 로부터 따라온다($\text{VaR} \leq \text{CVaR}$ — 안전측 보수화이자 확률 제약의 가장 조이는 볼록 근사). 여전히 LP다.

(6b) 기대 패널티 가격화. 목적에 $-\lambda_{\text{pen}} \cdot 12 \cdot E[(Z_m - \bar{L})^+]$ 를 더하는 대안. 힌지 함수도 조각선형이라 LP가 유지되며, λ_{pen} 은 초과 1만원당 기회비용이다. (6a)와 라그랑주 쌍대 관계에 있다.

쉽게 말하면, “월중에 한도를 찍으면 그 달 장사는 끝”이라는 규정을 그대로 수식에 넣으면 문제가 갑자기 어려워진다(계산이 오래 걸리고, 더 나쁘게는 “과거에 운 좋게 늦게 터졌던” 조합을 답으로 고르게 된다). 그래서 규정을 그대로 넣는 대신 “정지가 나는 달이 전체의 5%를 넘지 않게 하라”는 조건으로 바꿔 넣었다. 이 조건은 원래 규정보다 약간 더 엄격한 쪽이라 안전하고, 문제는 여전히 1초에 풀린다. 그리고 성과를 보고할 때는 실제 규정대로 잘라 낸 손익을 따로 계산해 함께 보여준다.

변수 규모는 w 15개 + CVaR 보조변수(일 $1,873 \cdot$ 월 92×2) $\approx 2,100$ 개로, HiGHS 솔버에서 1초 미만이다. 한도가 바뀌면 우변만 바뀌므로 재풀이가 즉답이다.

5 실험 설정 — 데이터와 손익 이력

규칙 원장은 규칙맵 v2(무국면·중복 정리 후)에서 선물 계열(계약수 고정 규약)과 실현성 미달로 운용 판단 제외된 1규칙(조기환매일의 지표물 아웃라이트)을 뺀 현물 14규칙이다. 표본은 2019-01~2026-07(일별 1,873관측 · 월별 92관측)이다. 손익은 사건 창($h_1 \rightarrow h_2$) 안의 지표 일별 차분 $\times$ 방향 $\times$ 1,000만원/bp로 만들며, **종가 마크·비용 미차감** 기준이다.

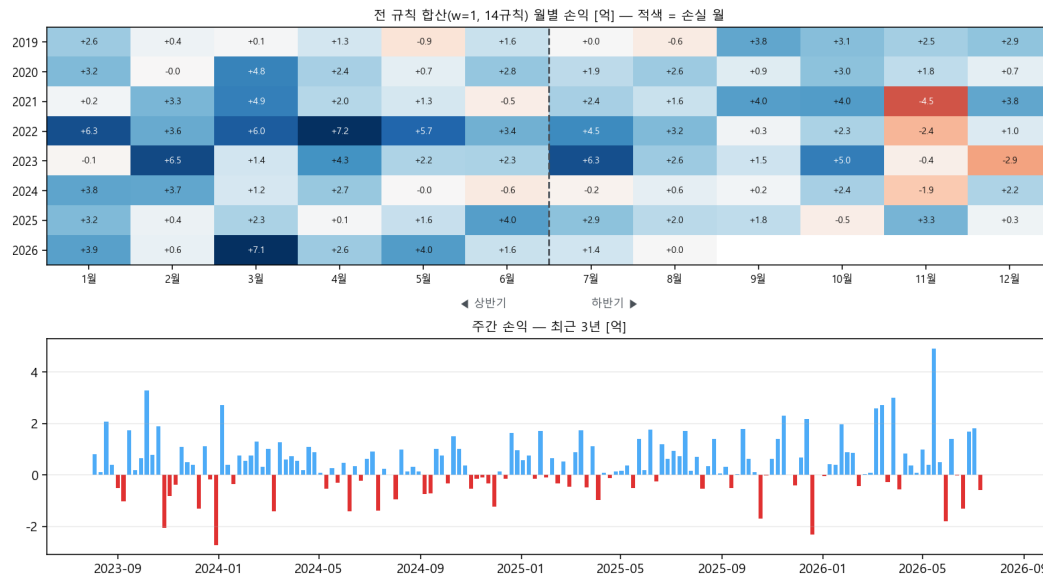


Figure 2: 전 규칙을 $w = 1$ 로 합산한 기준 손익. 위는 월별 손익 히트맵(적색 = 손실 월, 세로 파선 = 상·하반기 경계), 아래는 최근 3년 주간 손익. 연 25.7억의 이면에 2022-Q4 · 2023-12 · 2025-12 같은 손실 뭉침이 있고, 최악일 -36,600만 · 최악월 -45,200만 · MDD 9.6억으로 한도 체계와 정면 충돌한다. 손실 뭉침의 주범은 4분기 장기물 아웃라이트 계열이며, 규칙 제거가 아니라 lot과 한도로 다루는 것이 본 연구의 관점이다.

관찰 — 하반기 손익 열위와 발행 일정 의존성. 반기로 나누면 비대칭이 뚜렷하다. $w = 1$ 합산 기준 상반기 누적 121.1억 대 하반기 67.7억(2019~2025)으로 하반기가 상반기의 56% 수준이고, 7개 연도 중 6개 연도에서 하반기가 열위다. 이는 우연이 아니라 전략군의 구조적 특성이다 — 규칙 대부분이 국고채 경쟁입찰·비경쟁인수 옵션·조기환매 등 **발행 일정**에 결부된 사건에서 손익을 얻는데, 국고채 발행 자체가 연간 계획 물량을 상반기에 앞당겨 배정하는 상고하저 구조다. 실측으로 경쟁입찰 낙찰금액의 상반기 비중은 2019~2025 평균 59.9%(최대 2022년 65.0%)다. 함의: 연간 발행계획·월별 경쟁입찰 규모 등 **발행 캘린더 변수**에 조건부로 lot을 보정하는 확장이 자연스러운 보완 방향이다.

Table 2: 채택 해. w 는 lot 배수이고 연 기여는 참고 μ 기준이다. 신선도는 규칙 소멸 감시(사건 서플 보정 p)의 관정이다. 배분 상위 규칙에도 ‘관찰’ 관정($p < 0.2$)이 병존한다 — LP(전 표본 위험 배분)와 신선도(최근 열화 진단)는 다른 축이므로 항상 병기한다.

규칙 (사건 · 지표[창])	포지션	w	연 기여[만원]	L95	신선도
3년 입찰일 · SPng3[-2→6]	3년 구지표 매수 + 신지표 매도	2.00	25,320	3.5bp	정상 $p0.93$
20년 입찰일 · C1030[-3→1]	10년 매수 + 30년 매도	1.49	29,438	3.8bp	정상 $p0.28$
30년 입찰일 · C310[-3→1]	3년 매수 + 10년 매도	1.27	17,871	4.2bp	정상 $p0.40$
30년 입찰일 · C1030[-1→4]	30년 매수 + 10년 매도	0.87	19,538	6.0bp	정상 $p0.29$
3년 입찰일 · R3[3→5]	3년 지표물 매도	0.85	19,695	5.7bp	관찰 $p0.08$
분기 마지막 거래일 · C1030[0→7]	30년 매수 + 10년 매도	0.61	7,190	7.5bp	관찰 $p0.20$
10년 입찰일 · C310[-2→1]	3년 매수 + 10년 매도	0.60	5,830	2.2bp	정상 $p0.51$
30년 입찰일 · R30[-3→0]	30년 지표물 매도	0.51	21,626	11.4bp	관찰 $p0.17$
분기 마지막 거래일 · R30[-6→0]	30년 지표물 매도	0.51	7,697	9.2bp	정상 $p0.33$
월 마지막 거래일 · R10[3→5]	10년 지표물 매도	0.43	6,866	4.8bp	정상 $p0.53$
10년 입찰일 · R10[-2→0]	10년 지표물 매도	0.40	11,876	5.5bp	관찰 $p0.18$
월 마지막 거래일 · C1030[4→5]	30년 매수 + 10년 매도	0.31	2,375	1.8bp	정상 $p0.88$
조기환매 실시일 · C310[-4→0]	3년 매수 + 10년 매도	0.27	3,720	4.2bp	정상 $p0.98$
3년 입찰일 · C310[-1→6]	3년 매수 + 10년 매도	0.13	2,278	9.2bp	정상 $p0.55$

Table 3: 전 표본 성과 비교. 채택 해는 수익의 약 22%를 양보하고($25.7 \rightarrow 18.2$ 억), 일별 CVaR₉₅를 $11,136 \rightarrow 6,952$ 만으로, 최악월을 $-4.5 \rightarrow -2.5$ 억으로, MDD를 $9.6 \rightarrow 5.5$ 억으로 줄인다.

구성	연수익 [만원]	연율 Sharpe	CVaR ₉₅ 일 [만원]	최악일 [만원]	CVaR ₉₀ 월 [만원]	최악월 [만원]	음수월	MDD [만원]
$w = 1$ (전량 편입 · 기준선)	256,557	3.00	11,136	-36,600	15,190	-45,200	14	95,900
w^* — 채택	181,574	3.29	6,952	-22,025	9,974	-24,785	18	54,979

6 결과

6.1 채택 해 — 무엇을 얼마나 드는가

쉽게 말하면 — 표 3이 논문의 핵심 거래다. 전부 다 담으면 연 25.7억을 벌지만 최악의 한 달에 4.5억을 잃고 누적 낙폭이 9.6억까지 간다. 이 상태로는 회사 한도를 넘겨 거래가 정지된다. 규모를 최적화하면 수익은 18.2억으로 **22% 줄지만**, 최악의 달 손실은 절반 가까이($-4.5 \rightarrow -2.5$ 억), 낙폭도 절반 가까이($9.6 \rightarrow 5.5$ 억) 줄어든다. 수익을 조금 팔아서 생존을 산 것이고, 정지를 한 번 맞으면 그 달 수익이 통째로 날아가므로 이 교환은 남는 장사다.

해의 성질 (LP 일반론에서 따라오는 세 가지). (1) 한도 $\theta = (L_d, L_m, C)$ 를 완화하면 최적 연 기대 $z^*(\theta)$ 는 단조 증가하고, 각 한도에 대해 오목 조각선형이다(제약 완화 = 가능집합 확대, 그리고 LP 쌍대성). (2) 구속 한도의 그림자가격 $\lambda = \partial z^*/\partial$ 한도는 “그 한도를 1단위 완화할 때 연 기대가 얼마나 드는가”이며 프런티어의 기울기와 일치한다. 실측에서 구속은 구간갯 10y·30y와 일별 CVaR 제약이고 월별 (3)은 여유였다(상보 여유성). (3) 완화의 한계 효용은 오목하므로 체감한다.

6.2 손절선의 효과 — 성과 장치가 아니라 재해 방어선

Table 4: 손절 전/후. 보험료는 연 0.57억(수익의 3%)이고, 14규칙 표본에서 성과 효과는 흔재다 — CVaR₉₅일은 동일, 최악월과 MDD는 오히려 소폭 악화한다($w = 1$ 기준으로는 최악월 $-4.5 \rightarrow -3.9$ 억으로 개선 — 구성 의존적이다).

구성	연수익[만원]	Sharpe	CVaR ₉₅ 일	최악일	최악월	음수월	MDD
w^* (손절 없음)	181,574	3.29	6,952	-22,025	-24,785	18	54,979
$w^* + L95$ 손절	175,844	3.16	6,949	-24,829	-26,330	20	57,143

그럼에도 손절을 유지하는 근거는 세 가지다. (1) 이것은 성과 장치가 아니라 **지지 통계가 끝나는 구간의 재해 방어선**이므로 표본 내 수익 편익으로 채택·기각할 대상이 아니다. (2) 규칙별

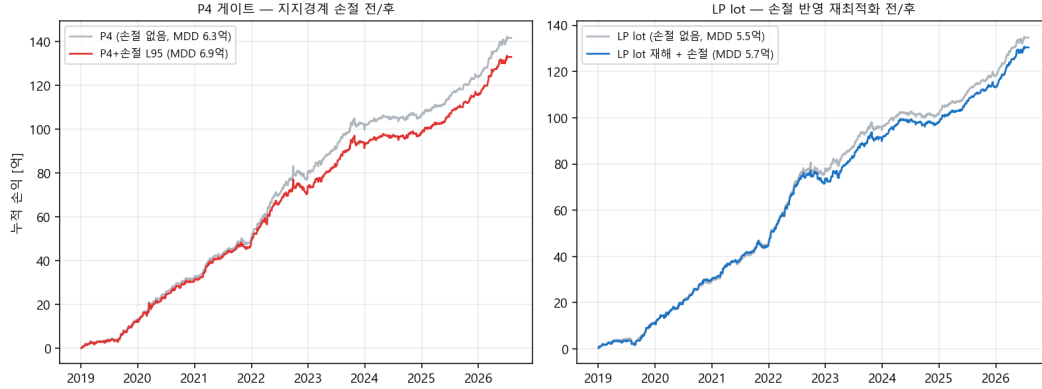


Figure 3: 손절 전후 손익 경로 비교.

보험료가 이질적이라는 이유로 선별 적용하는 것이야말로 과적합이다. (3) 손절을 쳐도 (F)의 최적 w 는 불변이다(실측) — 규모 결정과 경로 방어는 직교하는 두 층이다.

6.3 거래 정지 위험 — 실측

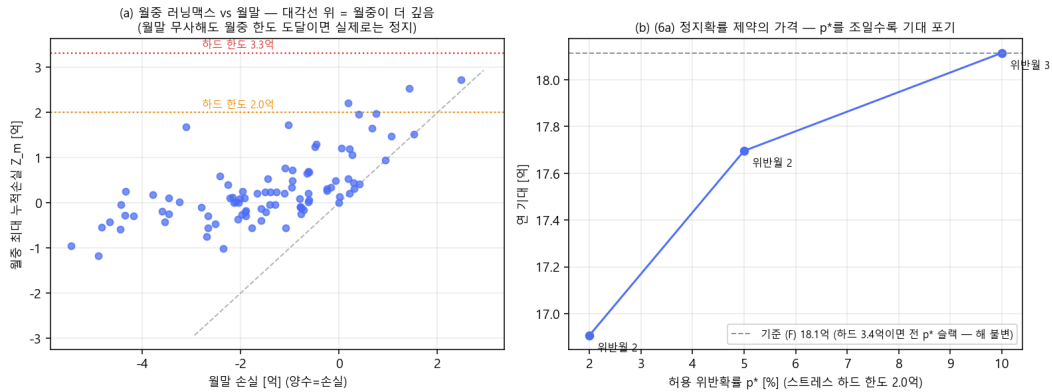


Figure 4: 좌: 월중 최대 누적손실 Z_m 대 월말 손실(92개월) — 대각선 위쪽 점은 월중이 더 깊었던 달이다. 우: 정지 발동 한도 2.0억(앵커 수준)에서 (6a)의 p^* 프런티어.

채택 해의 월중 최대 누적손실 Z_m 은 최대 2.7억, 90분위 1.5억이다. 채택 파라미터의 월 기준에서 위반율은 $0/92 = 0.0\%$ 로 $p^* = 5\%$ 안이라 (6a)는 비구속이고 해도 불변이다. 반면 하드 월한도를 앵커 수준(2.0억)으로 두면 위반율이 3개가 되고, 그중 2개가 ‘유형 위반’이다 — 월말 손실로는 한도 이내라 (3)의 월별 CVaR는 통과시키지만 월중에 한도에 도달해 실제로는 정지됐을 달이다.

‘유형 위반’이란. 어떤 달에 중간에 2억을 잃었다가 월말까지 회복해서 1억 손실로 끝났다고 하자. 월말 숫자만 보는 규칙은 이 달을 “한도 이내”로 판정한다. 그런데 실제 규정 아래에서는 2억을 찍는 순간 거래가 정지되므로 회복할 기회 자체가 없다. 월말 합계만 보는 제약의 구조적 맹점이고, (6a)가 이것을 메운다.

규약으로 (6a)는 $\bar{L} = L_m, p^* = 5\%$ 로 (F)에 상시 편입한다. 채택 파라미터에서는 비구속이라 앞 절의 해는 불변이며, 하드 실값 수령 시 $\bar{L}$ 만 갱신한다.

6.4 민감도 분석 — 어떤 한도가 실제로 묶고 있는가

앵커를 구간 델타 $C = \text{커브 } S_{\text{curve}} = \text{페어 } S_{\text{pair}} = \pm 1,000 \text{만원/bp} \cdot \text{일 손실 } L_d = 1 \text{억} \cdot \text{월 손실 } L_m = \bar{L} = 2 \text{억} (p^* = 5\%)$ 으로 두고 (F)+(4')+(6a)를 풀었다. 평가는 모델 손익(절단 없음)과 절단 손익(당월 정지 반영)을 병행한다.

Table 5: 앵커 해 요약. lot 총량 Σw 는 채택 해의 10.8에서 5.7로 **53% 수준까지 축소**되고, 운용 검토에서 지적된 단일 종목 레그 축적(30bpv)이 스프레드 캡으로 군별 10bpv 이내에 정렬된다.

앵커 해 ($\Sigma w = 5.7$)	값
모델 연 손익	11.6억
절단 연 손익 (당월 정지 반영)	11.3억 (위반월 3/92 = 3.3% $\leq p^* = 5\%$)
일별 CVaR ₉₅	5,560만 (한도 10,000 — 대폭 슬랙)
주요 lot	30y 입찰 3-10 커브 1.00 · 신규지표 페어 1.00(2.00에서 축소) · 3y 아웃라이트 0.70 · 나머지 각 0.50 · $w = 0$ 규칙 5종

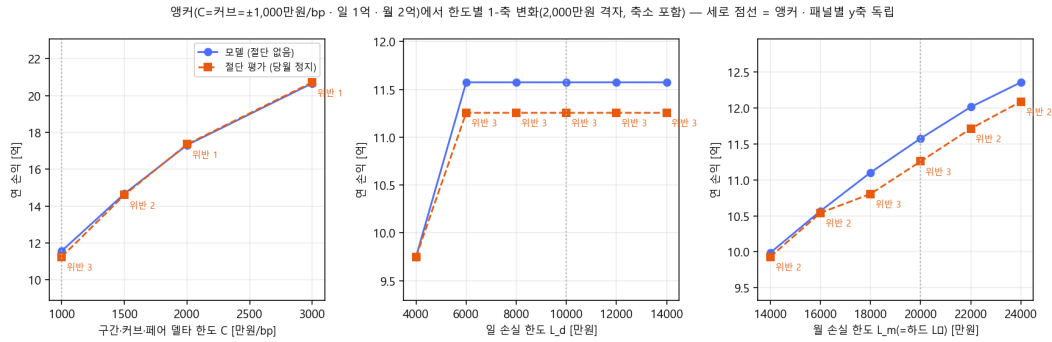


Figure 5: 앵커에서 각 한도를 2,000만원 격자로 줄이거나 늘렸을 때의 연 손익. 패널별 y 축은 독립이다. 청색 실선 = 모델, 주황 파선 = 절단 평가(당월 정지), 세로 점선 = 앵커.

세 가지 결론이 나온다.

1. **델타·스프레드 한도(구간·커브·페어 동반)가 가장 가파른 축이다.** 1,000 → 3,000 완화에서 절단 기준 11.3 → 14.6 → 17.4 → **20.7억**으로 증가하되 한계 효용은 체감한다.
2. **일 손실 한도 L_d 는 무효 축이다.** 앵커에서 2,000만원씩 줄여 6,000만원까지 내려도 해가 완전히 동일하고(앵커 해의 일별 CVaR₉₅가 5,560만으로 슬랙), 4,000만원에서 처음 구속되어 9.8억으로 감소한다(위반월 0).
3. **월 손실 한도 L_m 은 양방향으로 완만히 유효한 2차 축이다.** 1.4억까지 조이면 9.9억으로 내려가고, 2.4억까지 완화하면 12.1억으로 늘며 위반월은 3 → 2로 준다.

운용 함의 (이 논문에서 가장 실무적인 결과). 한도를 완화해 달라고 협상할 때 **1차 대상은 델타·커브·페어 한도다** — 가장 가파른 축이고, 여기서만 수익이 유의미하게 늘어난다. **월 한도는 2차, 일 손실 한도는 협상해도 소용이 없다** — 6,000만원까지 조여도 대가가 없는 무효 축이기 때문이다. 직관적으로는 “손실 한도가 가장 아플 것”이라 생각하기 쉬우나, 실제로 규모를 묶고 있는 것은 위험 노출 한도였다.

(6a)의 가격. 같은 앵커에서 (6a)만 사실상 제거하면($p^* \rightarrow 50\%$) 위반월이 3 → 5로 늘고 절단 연 손익은 +1.44억 차이가 난다. 즉 이 앵커에서 (6a)는 **연 약 1.4억 원의 보험료로 정지 나는 달을 5 → 3개로 줄이는 제약**이다. 보험료를 지불하고도 상시 편입해 두는 이유는 두 가지다. 정지는 손익 외의 비용(운용 신뢰·보고·재가동 마찰)을 수반하고, 절단 비용의 표본 추정치는 월 92관측의 소표본이라 표본 내 손익 차이만으로 보험을 끌 근거가 되지 못한다.

6.5 운용 시스템 — 한도 편집에서 집행 지시까지

앞 절의 체계 전체가 대시보드 한 화면으로 가동된다. 배치가 매일 아침 아티팩트(손익 행렬 R · 노출행 · 신선도 · L_{95})를 생성하고, 화면은 (1) 운용규약 헤더(한도 입력 → 재풀이), (2) 오늘 진입/청산 강조 박스, (3) 포지션 현황, (4) 제안 포트폴리오 + 계획 손익 추이, (5) 실측 전방 채점, (6) 보유 중 카드로 구성된다. **실제 화면은 부록 C에 무편집으로 수록했다.**

2026-08-11 09:30 KST **실황**의 정본 해는 다음과 같다. 한도 일 7,000 · 월 30,000 · 구간캡 2,000 · 커브 1,500 · 페어 2,000에서 연 기대 +**16.4억**, $CVaR_{95}$ 일 6,928/7,000만, $CVaR_{90}$ 월 11,197/30,000만, 최악일 -2.7억, 최악월 -3.3억, MDD -6.8억, Sharpe 3.03, Σw 8.56. 구속 한도와 그림자가격은 일 $CVaR_{95}$ $\lambda = 15.63$, 커브 10-30 $\lambda = 14.26$, 구간캡 10y $\lambda = 9.9$, 페어 신규 3y $\lambda = 5.14$, 구간캡 30y $\lambda = 1.74$ 다.

재풀이 왕복 실측. 커브 한도만 1,500 → 1,000으로 조이면 연 기대는 16.4 → 15.5억, Σw 는 8.56 → 8.03이 되고 구속 집합에 커브 3-10 한도가 추가된다. 주목할 점은 **비례 축소가 아니라는 것**이다 — 커브 군 안에서도 배분이 이동하고(분기말 10-30 커브는 오히려 0.59 → 0.72로 확대), 풀려난 위험 예산은 군 밖으로 흘러간다(3y 아웃라이트 0.50 → 0.78).

쉽게 말하면. 한도 하나를 조이면 그 한도에 걸린 포지션만 균일하게 줄어들 것 같지만 실제로는 그렇지 않다. 최적화는 **전체를 다시 짠다** — 어떤 것은 줄고, 어떤 것은 오히려 늘고, 남은 위험 예산은 전혀 다른 전략으로 옮겨 간다. 이것이 사람이 손으로 조정할 수 없고 최적화가 필요한 이유다.

손익 추이 두 패널. 계획 패널은 현재 해 w 를 과거 표본에 적용한 백테스트 시계열로, 예측이 아니라 “이 규약의 과거”다. 실측 패널은 제안로그 전방 채점(체결 이력 종가 정산)으로 2026-07 +2.2억(12건), 2026-08 -1.9억(12건), 누적 +0.3억(2026-08-11 기준)이다. **전방 4주는 통계가 아니라 감사 로그이며**, 이 원장이 규약 승격·철회 심사의 근거가 된다.

Table 6: 일간 집행 절차. 처음 맡는 담당자도 그대로 따를 수 있도록 시각별로 고정했다.

시각	할 일	기준
08:30	운용패널 열기 — 어드바이저 갱신 시각 확인	배치 자동(07:30)
08:40	오늘 청산 박스 집행 예약: 카드의 규모 그대로 종가 주문	손절·재해선 카드는 재량 홀드 금지
08:45	오늘 진입 박스: 집행 lot(= 현재 해 w)과 규모 확인	lot은 (F)의 해 — 수기 조정 금지
장중	신규 판단 없음. 재해선(역행 $z \geq 2$) 경보 시 감속·구조 점검	층위 B 규약
15:30~	종가 집행(민평 마크 기준 소량 분할)	—
월 1회	전방 채점 월표 검토 — 규약 승격·철회 심사	실측 원장
분기 1회	(F) 재적합(w 갱신) · 클러스터 재계산 · 캡 재심	한도 실값 변경 시 즉시 재풀이

7 논의 — 이 결과가 뒤집는 통념

첫째, 좋은 전략을 고르는 문제가 아니라 규모를 정하는 문제였다. 14개 규칙은 이미 개별 전방 검증을 통과했다. 그럼에도 성과 순위로 편입을 결정한 세 번의 시도가 표본외에서 모두 실패한 것은 규칙의 품질 문제가 아니라 **선별 행위 자체가 편의를 주입했기** 때문이다. 유효 독립 수가 절반인 상관 구조에서 선별은 정보가 아니라 잡음을 증폭한다.

둘째, 실제로 수익을 묶고 있는 한도는 직관과 달랐다. 손실 한도가 가장 아플 것이라는 예상과 달리, 앵커에서 일 손실 한도는 40% 조여도 해가 불변인 무효 축이었고 1차 구속은 델타·커브·페어 노출 한도였다(§6.4). 한도 협상의 우선순위가 바뀐다.

셋째, 순델타 한도만으로는 위험이 통제되지 않는다. 커브와 페어는 정의상 순델타가 0이라 기존 한도 체계를 그대로 통과하면서 한 종목에 레그를 축적한다. 실측 30bpv 사례가 이를 보여주며, 군 총량 단위의 스프레드 한도 (4')가 유일한 방어다.

넷째, 규정을 모형에 넣는 방식이 결과를 바꾼다. 거래 정지를 무시하면 월중에 이미 정지됐을 달을 “한도 이내”로 오판한다(유령 위반 2/3). 정확한 절단 동학을 MILP로 재현하는 대신 확률 상한으로 보수화한 선택은 계산 편의가 아니라 **과적합 방어**가 주된 이유다.

8 한계

- **비용 미차감 · 종가 마크** — 절대 수익은 상한값이다. 호가 스프레드, 슬리피지, 수수료가 차감되지 않았다. 다만 lot 축소가 많은 해일수록 왕복 비용 절감이 붙으므로 **채택 해와 전략 편입의 비교는 보수적이다**.
- **월별 꼬리는 소표본** — 월 92관측(CVaR₉₀ 꼬리 9개)이라 (3)·(6a)는 보조 제약이다. 주 제약은 꼬리 93개를 가진 일별이다.
- **캡·클러스터 임계 민감도** — 캡 $\pm 1,000$ 이면 수익 -39% , $\pm 2,000$ 이면 -15% 에 진입율 79%다. $\pm 2,000$ 을 채택하고 분기 재심한다. 클러스터 컷 $\rho \geq 0.5$ 는 현 표본에서 병합이 1쌍이라 둔감하다.
- **정적 w** — 연중 상시 동일하고 진입 시점에 캡을 판정한다. 운영 단순성을 위한 선택이며 동적 확장은 §9의 롤링 LP 경로로만 진행한다.
- **μ 추정 오차** — 목적함수가 규칙별 표본 평균에 의존하므로 비정상성과 행운 오염에 노출된다. 모형 안의 방어가 아니라 규율로 관리한다(사전 등록 · 전방 채점 · 알파 소멸 감시 · 분기 재적합).
- **손절선 한계** — 원장은 14/14 완비이나 $H = 1$ 규칙 2종은 정규 경로 발동이 불가능해 손절 백테스트 성과에 기여하지 않는다. 14규칙 표본에서 성과 효과는 혼재라 재해 방어선으로만 정당화하며, 종가 확정 기준이라 장중 돌파 후 회복은 반영되지 않는다.
- **거래 정지의 절단 동학은 평가에만 반영** — 절단 연산이 비불록이라 (F)에는 (6a)로만 들어가고 성과는 절단 손익으로 병행 보고한다. 정지 발동 한도는 규정 실값 미수령이라 $\bar{L} = L_m$ 을 가정했다. MILP 정확 최적화는 선택 편의 위험으로 보류했다.
- **MSB·환매 계열 미포함** — 통안 캡 $\pm 1,000$ 규약만 먼저 두었다. $L_m = 4L_d$ 는 편의 가정이며 실값 수령 시 재계산한다.

9 향후 연구

롤링 LP (월중 상태의존). 매 아침 “이미 든 것은 상수, 오늘 들 것만 변수”로 (F)를 축소해 풀면 — 잔여 보유의 델타와 이달 누적손실을 상수로 넣고 오늘 발동 배수만 변수로 두면 — 캡 게이트의 0/1 판정이 연속 배수로 바뀌고, §4.5의 정지 회피가 “**월초에 잃을수록 자동 감속**”으로 자연스럽게 확장된다. 아침마다 여전히 LP다. 1단계(실장부 캡 행)는 이미 구현돼 있고, 완전 롤링은 병행 가상 운영 후 분기 검토에서 우월이 확인되면 교체한다.

레짐 필터레이션. 규칙 공통의 소수 레짐 축 — 발행 캘린더(연간 계획의 상고하저 · 월별 경쟁입찰 규모), 금리 국면, 변동성, 수급 — 을 사전 등록하고 규칙×레짐 조건부 성과를 가상 채점으로 병행 집계한 뒤, “**조건부가 무조건부를 전방에서 이긴**” 조합만 승격한다. 파라미터 공간이 곱절이 되는 과적합 위험은 사전 등록·전방 통과 규율로만 통제한다. v2에서 무국면화로 건너편 레짐을 다시 넣는 작업이므로 **넣는 쪽이 입증 책임을 진다**.

팀 포트폴리오 확장. (1) 손익 이력·델타 템플릿을 이미 보유한 미편입 계열(통안 별록, 현·선물 계열)부터 R 의 열로 추가해 통합 재풀이를 가상 병행한다. (2) 재량 복과 타 전략은 원장 규약(종가 마크 일별 손익 + 델타 스냅샷)을 먼저 갖춘다. (3) 한도 사전을 팀 공통 파라미터로 승격하고, 전략군별 부분 한도가 필요하면 (4)와 같은 꼴의 그룹 행을 추가한다(LP 유지).

10 결론

일별 손익으로 평가받고 손실 한도와 거래 정지가 걸린 운용 환경에서, 전략 포트폴리오의 문제는 **선별이 아니라 규모**다. 운용 한도를 그대로 선형 제약으로 옮긴 CVaR 제약 선형계획은 이 문제를 1초 안에 전역 최적으로 풀고, 한도가 바뀌면 즉시 다시 푼다. 전 표본에서 채택 해는 수익 22%를 양보하는 대가로 일별 꼬리 손실과 최대낙폭을 각각 40% 이상 줄였다. 보수적 앵커에서의 민감도 분석은 1차 구속이 델타·커브·페어 노출 한도이며 일 손실 한도는 무효 축임을 보였다 — 한도 협상의 우선순위를 실증적으로 뒤집는 결과다. 방법은 캘린더 규칙에 고유하지 않으며, 일별 손익 이력·델타 템플릿·보유 지시자를 갖춘 어떤 전략이든 같은 선형계획의 열 하나로 편입된다.

References

- [1] R. T. Rockafellar and S. Uryasev. Optimization of conditional value-at-risk. *The Journal of Risk*, 2(3):21–41, 2000. DOI: 10.21314/JOR.2000.038.

A 재현

실행 스크립트. portfolio_v1.py(상관·정책 진단) · portfolio_v2.py((F) 및 표본 외) · portfolio_v3_stop.py(손절 반영) · portfolio_v4_halt.py(매매 정지) · portfolio_v5_anchor.py(앵커 수치 분석·절단 평가) · portfolio_form_fig.py(정식화 조판) · portfolio_live.py(운용패널 아티팩트).

원장. calendar_rules.json · calendar_rules_dedup.json · event_panel.csv · 국고통_민평 · 손절 stop_line_rules_v3.json · 신선도 calendar_decay_v1.json.

계보. v2 무국면 규칙맵 → 중복 정리 → 사이징 v1 → 층위 B v3 → 본 문서.

솔버. HiGHS. 변수 약 2,100개(w 15 + 일별 1,873·월별 92의 CVaR 보조변수 $\times 2$), 풀이 시간 1초 미만.

B 규칙별 손절선 L95

Table 7: 규칙별 손절선. 역대 보유 중 역행의 95분위. §4.3의 정의에 따라 사건 누적손익이 $-L95$ 를 종가로 돌파하면 청산으로 승격한다.

규칙	L95 [bp]
30년 국고 경쟁입찰일 · R30[-3→0]	11.4
분기 마지막 거래일 · R30[-6→0]	9.2
3년 국고 경쟁입찰일 · C310[-1→6]	9.2
분기 마지막 거래일 · C1030[0→7]	7.5
30년 국고 경쟁입찰일 · C1030[-1→4]	6.0
3년 국고 경쟁입찰일 · R3[3→5]	5.7
10년 국고 경쟁입찰일 · R10[-2→0]	5.5
월 마지막 거래일(분기말 제외) · R10[3→5]	4.8
30년 국고 경쟁입찰일 · C310[-3→-1]	4.3
기재부 조기환매 실시일 · C310[-4→0]	4.2
20년 국고 경쟁입찰일 · C1030[-3→1]	3.8
3년 국고 경쟁입찰일 · SPng3[-2→6]	3.5
10년 국고 경쟁입찰일 · C310[-2→-1]	2.2
월 마지막 거래일(분기말 제외) · C1030[4→5]	1.8

C 운용 대시보드 실행 캡처

§6.5에서 서술한 운용패널의 실제 화면이다. 2026-08-11 09:30 KST 실행의 DOM을 무편집으로 수록했다. 다음 두 페이지는 가로 방향으로 배치했다.

B.1 운용규약 헤더와 오늘의 실행 지시. 입력창 여섯 개(일·월 손실한도, 구간 델타한도 C , 통안 C , 커브 한도, 페어 한도)가 한도 사전과 1:1로 대응하고 — 표시 값은 운용 지정 채택 한도 (일 7,000 · 월 30,000 · C 2,000 · 통안 1,000 · 커브 1,500 · 페어 2,000) — 배지 줄이 현재 해의 요약과 구속 한도의 그림자가격 λ 를 보인다. 이 캡처에서는 일 손실한도(λ 15.6) · 커브 10-30 한도(λ 14.3) · 구간캡 10y · 페어 신규3y · 구간캡 30y가 해를 묶고 있다. 실장부캡 배지는 오늘 · 내일 실현 조합을 (4) · (4')에 주입하는 규약을 뜻한다. 캡처 시점에는 신규 발동도 청산 대상도 없다 — 카드가 뜨는 날에는 연동 이벤트와 이벤트일, 진입일과 보유 기간, 확정 예정 손익이 규모(액면 억 · 계약수 · bpv)와 함께 담긴다. 게이트 차단(미집행) 제안은 카드로도 장부로도 나타나지 않으며 회피 기록은 원장에만 남는다.

B.2 포지션 현황. 왼쪽부터 구간별 순델타(오늘 장부 | 내일 장부)와 캡 게이지, 커브 · 페어 노출 게이지, 숏(좌)/롱(우) 종목별 오늘|내일 수량, 선물 계약수, 전략 층위별 원장이다. 읽는 법: 신규지표 페어는 숏 국고 26-5 / 롱 국고 25-10 각 20bpv로 페어 한도(2,000만원/bp) 게이지 정확히 100%에 앉아 있고, 커브 3-10 노출은 4.3/15bpv다. 숏 26-5 -591억(-15.7bpv)은 신규페어 -20bpv와 3-10 커브 규칙의 26-5 매수 +4.3bpv가 한 종목에서 상계된 순수량이다 — 같은 종목에 몇 개 전략이 겹쳐도 종목별로 접한다. 전일 한도에서 $w = 0$ 이던 3-10 커브 규칙이 새 채택 한도 아래 오늘 해에서 0.43으로 살아난 것도 층위별 표에서 읽힌다 — 한도가 배분을 조각하는 방식 그대로다.

7.1 운용규약 헤더와 오늘의 실행 지시 — 실행

응용규약 — 모든 제안 규모 = CVaR-제약 LP의 해

논문 「일별 손익 평가·손실 한도 하의 캘린더 포트폴리오」 §6 (F) · 정본 목적 = μ -적합(규칙별 표본 평균) · lot 1 = 델타 10bpv(백만원/bp) · 한도를 고치고 재풀이하면 최적해가 다시 계산됩니다

표본 ~2026-08-10 · 어드바이저 2026-08-11T08:40

월 손실한도 L_d { 7000 } 월 손실한도 L_m { 30000 } 구간 델타한도 C { 2000 } 통안 C { 1000 } 커브 한도 { 1500 } 페어 한도 { 2000 } ☒ μ -적합(채택) ☐ LP 재품이

▶ ? 한도 설명 — 구간캡 vs 커브 vs 페어, 뭐가 뭘 잡나

✔ **정론 해** 연 기대 +16.4억 CVaR95일 6,928/7,000만 CVaR90월 11,197/30,000만 최악일 -2.7억 최악월 -3.3억 MDD -6.8억 Sharpe 3.03
 🔒 실장부책 적용(오늘~내일)
일 CVaR95 L_d 115.63

커브 10-30 한도 $\lambda 14.26$ 구간캡 10y $\lambda 9.9$ 오늘 페어 신규3y 한도 $\lambda 5.14$ 구간캡 30y $\lambda 1.74$

❗ 손절 = 규칙별 L95 중가 돌파 ▶ L95 표 (14규칙)
❗ 재해선 역행 $z \geq 2$
✍ 진입예산 3선500-10선300/일
🔍 신선도 감시: 소멸신호 3/31
🕒 레짐 필터: 로드맵

일항 캡처(2026-08-11 09:30 KST, 무편집). 입력항 여섯 개(일·월 손실한도, 구간 델타한도 C, 통안 C, 커브 한도, 페어 한도)가 \$3.1 한도 사전과 1:1로 대응하고 — 표시 값은 운용 지정 채택 한도(일 7,000 · 월 30,000 · C 2,000 · 통안 1,000 · 커브 1,500 · 페어 2,000) — 배지 줄이 현재 해의 요약(연 기대 +16.4억 · CVaR95일 6,928/7,000만 — 구속)과 구속 한도의 그림자가격 λ 를 보인다: 이 캡처에서는 일 손실한도 (λ 15.6)·커브 10-30 한도 (λ 14.3)·구간캡 10y·페어 신규3y·구간캡 30y가 해를 묶고 있다. 실장부캡 배지 = 오늘·내일 실현 조합을 (4)·(4')에 주입하는 규약 — **과거 진입 수량도 전부 현재 해 w로 결정된 것으로 간주하므로 재판매가 장부 전체를 재산출한다.** ? 한도 설명(펼침)에는 구간캡(방향)·커브 한도(기울기)·페어 한도(종목 교체 쌍)의 관할 구분이 들어 있다.

● **오늘 진입해야 하는 포지션** — 집행 lot(현재 해 w)과 규모(억.계약) 반영

오늘 신규 발동 없음

 오늘 청산해야 하는 포지션 — 증가 반대매매 · = 손절 승격(\$6.5)

오늘 청산 대상 없음

오늘의 실행 지시. 캡처 시점에는 신규 발동도 청산 대상도 없다 — 카드가 뜨는 날에는 연동 이벤트와 이벤트일(시그널), 진입일과 보유 기간, 확정 예정 손익(사건 $bp \times lot \times \text{건수}$)이 규모(액면 $\text{억} \cdot \text{계약수} \cdot bpv$) — 현재 해 w 의 환산)와 함께 담기고, 중복 판정 쌍은 합산 카드 하나로 표시된다. 전일(08-10) 실행 예: 30년 커브 청산 2건 합산 카드가 "시그널: 30년 국고 입찰일 + 30년 옵션 행사일(이벤트일 08-04-08-07) · 진입 08-03 → 오늘 청산(보유 4/4일) · -7,800만 원(-3.9bp $\times 2$)"로 표시됐다. 게이트 차단(미집행) 제안은 카드로도 장부로도 나타나지 않는다 — 회피 기록은 원장에만 남는다.

7.2 포지션 현황 — 숏·롱·내일 장부가 매일 최적해로 결정된다 (실황)

📖 **포지션 현황** — 구간별 순델타(통안=2y 합산) 오늘|내일 + 커브·페어 노출 게이지 → 숏(좌)/롱(우) 종목별 오늘|내일 수량 → 선물 → 전략 층위별(연동 원장) · LP 해(w) 반영이라 재풀이하면 즉시 갱신 · 델타(bpv)=액면(억)×D/100

구간별 순델타 — 오늘 장부 (보유+오늘 청산분)

구간	현물	선물	합계	캡 사용률
2y	.	.	0.0	
3y	-5.7	+10.0	+4.3	
5y	.	.	0.0	
10y	-4.3	.	-4.3	
20y	.	.	0.0	
30y	.	.	0.0	

구간별 순델타 — 내일 장부 (보유+오늘 진입)

구간	현물	선물	합계	캡 사용률
2y	.	.	0.0	
3y	-5.7	+10.0	+4.3	
5y	.	.	0.0	
10y	-4.3	.	-4.3	
20y	.	.	0.0	
30y	.	.	0.0	

커브·페어 노출(한쪽 레그) — 순델타의 사각지대

군	오늘	내일	한도 사용률	한도 (bpv)
페어 현선3y(LP밖)	+10.0	+10.0	한도 미정의(현선 규약)	.
페어 신규3y	+20.0	+20.0		20
커브 3-10	+4.3	+4.3		15

🔴 숏 포지션 (현물 종목별)

표준코드	종목명	만기	오늘 수량(억)	내일 수량(억)
KR103501GG62	국고 26-5	2029-06-10	-591 -15.7bpv	-591 -15.7bpv
.	3선 바스켓(25-4-25-10-26-3)	.	-369 -10.0bpv	-369 -10.0bpv
KR103503GG60	국고 26-6	2036-06-10	-54 -4.3bpv	-54 -4.3bpv

🔵 롱 포지션 (현물 종목별)

표준코드	종목명	만기	오늘 수량(억)	내일 수량(억)
KR103501GFC3	국고 25-10 (구지표)	2028-12-10	+899 +20.0bpv	+899 +20.0bpv

🟢 선물 (근월)

표준코드	종목명	만기	오늘 계약	내일 계약
.	3선	근월	+361 +10.0bpv	+361 +10.0bpv

전략 층위별

전략	이벤트	구분	w	명세 (액면 억·계약 + 델타 bpv, w 반영 — lot 1 = 레그당 10bpv)
3년 선물 매수 + 3년 바스켓 현물 매도	3년 국고 입찰일	보유	1.00	3선 +361계약 (+10.0bpv) · 3선 바스켓(25-4-25-10-26-3) -369억 (-10.0bpv)
3년 구지표 매수 + 신지표 매도	3년 옵션 행사일(입찰 3영업일 후)	보유	1.00	국고 25-10 +450억 (+10.0bpv) · 국고 26-5 -377억 (-10.0bpv)
3년 구지표 매수 + 신지표 매도	3년 국고 입찰일	보유	1.00	국고 25-10 +450억 (+10.0bpv) · 국고 26-5 -377억 (-10.0bpv)
3년 매수 + 10년 매도	3년 국고 입찰일	보유	0.43	국고 26-5 +162억 (+4.3bpv) · 국고 26-6 -54억 (-4.3bpv)

환산 규약: 델타(bpv)=백만원/bp=액면(억)×D/100 · lot 1=10bpv · 현물 D=국고통_듀레이션(민평) · 선물 D=선물_틱가치 수정듀레이션(1계약=액면 1억) · 지표 실명 매핑=bond_tag_code(신·구지표)·통안 통당 대표 · **현선 바스켓 현물 = 구성 종목 평균 증가**(최종결제가격이 바스켓 민평 평균으로 산출 — D=구성 평균 듀레이션, 특정 1종목이 아님. 집행 대체 시 구성 1종목 DV01 증가 — 관행: 중간 만기 종목) · 스왑 없음(전략 풀이 현물·선물만) · **전 수량 = 현재 해 w로 결정**(과거 진입 포함 — 규약 가정, 재풀이 시 전체 재산출) · LP 밖 규칙만 상수 1 lot



실황 캡처(2026-08-11 09:30 KST, 무편집). 왼쪽부터 구간별 순델타(오늘 장부 | 내일 장부)와 캡 게이지, 커브·페어 노출 게이지, 숏(좌)/롱(우) 종목별 오늘|내일 수량, 선물 계약수, 전략 층위별 원장. 읽는 법: 신규지표 페어는 숏 국고 26-5 / 롱 국고 25-10 각 20bpv로 **페어 한도(2,000만원/bp) 게이지 정확히 100%**에 앉아 있고, 커브 3-10 노출은 4.3/15bpv다. 숏 26-5 -591억(-15.7bpv)은 신규페어 -20bpv와 3-10 커브 규칙의 26-5 매수 +4.3bpv가 **한 종목에서 상계된 순수량**이다 — 같은 종목에 몇 개 전략이 겹쳐도 종목별로 접한다. 전일 한도에서 w=0이던 3-10 커브 규칙이 새 채택 한도 아래 오늘 해에서 0.43으로 살아난 것도 층위별 표에서 읽힌다 — 한도가 배분을 조각하는 방식 그대로다. **숏에 무엇을 얼마나, 롱에 무엇을 얼마나, 내일 장부가 어떻게 되는지 — 이 모든 수량은 그날 아침 (F)의 최적해 w에서 환산된 값이며, 과거에 진입한 보유분까지 현재 해로 재산출된다(전 수량 = 해 규약).** 이 화면에서 손으로 정한 숫자는 없다.