

# 공사 최적 자금조달 방안 연구

송완영 연구위원  
안세룡 연구위원



국민과 함께 성장하는 글로벌 주택금융 리더

주택금융시장/정책

# 공사 최적 자금조달 방안 연구

2017. 12. 14



- 
- 작성자 : 연구위원 송완영 (051-663-8157 / 7608@hf.go.kr)  
연구위원 안세룡 (051-663-8175 / sahn@hf.go.kr)
  - 본고의 내용은 필자의 개인 의견으로 한국주택금융공사의 공식적인 견해와 다를 수 있습니다.
-

# 목 차

1. 개요 .....	1
가. 연구의 배경 및 목적 .....	1
나. 사례분석 및 선행연구 .....	3
2. 공사의 자금조달 구조 .....	9
3. 자금조달 문제 설정 및 분석 .....	14
가. 시뮬레이션 모형 설정 .....	14
나. 결과 도출 및 해석 .....	18
다. 연구의 한계 및 제언 .....	32
4. 결론 및 시사점 .....	34
참 고 문 헌 .....	36

## 1. 연구배경 및 목적

- 공사는 공사계정 사업을 위한 필요자금 대부분(98%)을 MBS를 통해 조달하고 있음
  - 이에 MBS 뿐만 아니라 공사채를 이용한 채원마련에 대한 분석을 통해 보다 효율적인 공사 자금조달 구조에 대한 시사점 제공
- 본 연구는 MBS와 공사채를 이용한 자금조달에 대한 시뮬레이션을 제공, 이후 자산운용 연구와 함께 전사적인 자산-부채관리 연구의 시발점이 될 것으로 기대

## 2. 분석방법 및 결과

- 자금조달 문제설정 및 분석을 위하여 시뮬레이션 모형 구축
  - 미래 확률적 이자율 기간구조를 생성하여 이자율 변동에 따른 MBS와 공사채의 자금조달 구조에서 나타나는 관련 지표 분석
  - 공사채 만기와 스프레드, MBS 트렌치별 발행 비중과 스프레드 등 시뮬레이션 결과의 이해도를 높이기 위해 모형 단순화
- 공사채 비중 증가에 따라 신탁 여유자금과 대지급금이 감소하고 보증배수 또한 낮아짐을 확인
  - 금리와 관계없이 조기상환율 커브가 전체적으로 평행 상승하면 신탁여유자금과 핵심자본비율 증가
  - 본 연구의 시뮬레이션 결과와 기타 공사채 발행 관련 여건을 고려할 때 공사채 발행비중은 최대 10% 이내에서 점차적으로 늘려가는 것이 바람직

## 1. 개요

### 가. 연구의 배경 및 목적

#### ■ 연구 배경

- 공사는 공사계정 사업을 위한 필요자금 가운데 절대적인 비중을 MBS를 통해 조달하고 있음
  - '16년말 기준으로 공사계정 부채는 유동화증권 97.38%, 주택저당채권담보부채권 1.93%, 공사채 0.05%, 차입금 0.1%의 비중을 보임<sup>1)</sup>
  - 공사는 최근 4년 간 공사채 신규발행이 없고, MBB는 꾸준히 발행하고 있으나 MBS에 비해 비중은 매우 작음
- 이러한 자금조달 방식은 유통시장 교란 및 금융위기와 유사한 위기 상황 도래 시 다양한 자금조달 옵션 부재로 유동성 및 손익에서 부정적인 영향이 나타날 수 있음
- 따라서 본 연구를 통해 MBS뿐만 아니라 공사채 역시 이용하여 자금조달할 경우를 가정하여 향후 공사 자금조달 구조에 대한 시사점을 제공하고자 함

#### ■ 연구 목적 및 방향

- 공사채는 주로 1~3년 만기의 단기채 위주 발행이었던 점을 감안하면, 공사채를 이용한 자금조달은 장기 주택담보대출 전체에 대한 자금조달 측면보다는 단기 자금 운용 목적이 강함
  - 대신 거의 정례 발행되고 있는 MBS와 달리 공사채는 발행 시기를 시장 상황에 따라 유동적으로 조정할 수 있는 측면이 있음

1) 한국주택금융공사 2016년 연차보고서

- 현행 공사법상 공사채 발행가능 규모는 자기자본의 최대 10배로, 현재 공사 자본금과 MBS 보증잔액 등을 고려하면 전체 자금조달 가운데 공사채의 비중은 매우 적어야 함
  - '16년 말 공사 계정 납입자본금은 1.8조원 수준이며, 중장기 재무관리계획에 따르면 현재 MBB를 제외한 차입가능 규모는 최대 1.7조원 수준에 불과
  - 따라서 상대적으로 단기인 공사채가 차환발행(roll-over)되더라도 조달 비중은 MBS 대비 크게 낮아야 하므로 조달비중 최대 10% 이내 수준에서 점차적으로 공사채 발행을 늘려 가는 것이 바람직
- 본 연구는 MBS와 더불어 공사채를 이용하여 자금조달할 경우에 대한 시뮬레이션을 제공하여 전사적인 자산-부채관리(Asset-Liability Management, 이후 ALM) 연구의 시발점이 될 것으로 기대
  - 공사채와 MBS는 발행 목적과 만기 구조 상 대체재가 아닌 보완재 역할이나, 각 조달 방법의 장단점을 비교할 필요가 있어 본 연구에서는 두 방안의 조달 비중을 달리해가며 주요 지표의 움직임을 관찰함
  - 최적 자금조달은 그 목표와 제약조건에 따라 매우 다양한 결과값을 도출할 수 있어 본 연구에서는 목표 설정 및 달성 여부에 대한 분석 대신 공사채로 자금조달 시 발생 가능한 상황에 대한 함의(Implication)을 제공함
- 따라서 자산 운용 측면에서의 연구가 진행된다면 그와 더불어 공사채 총체적인 자산관리(Portfolio Management) 연구를 수행할 수 있을 것으로 기대함
  - 총체적인 자산관리 문제는 최적 자금조달과 최적 자산운용을 아우르는 차원에서 결정되는 것임을 감안하면, 본 연구의 공사채를 이용한 자금조달 시뮬레이션은 그 출발점으로 생각할 수 있음
  - 또한 본 연구의 주요 시뮬레이션 변수인 이자율 모형은 부채와 자산 구분 없이 적용 가능하므로 본 연구는 ALM 연구를 위한 금리모형 시뮬레이션 엔진을 제공한다고 볼 수 있음
  - 공사의 자산 측면 연구는 현금 및 유가증권 등의 공사의 직접적인 운용 측면과 주택담보대출 공급 및 유동화/미유동화 자산 증감 등의 다소 간접적인 운용 측면을 모두 포함하여 진행된다면 총체적인 ALM 연구가 가능할 것으로 기대함

## 나. 사례분석 및 선행연구

- 본 절에서는 국내외 유사기관의 자금조달 사례를 조사하고, 관련 선행 연구에 대해 간단히 설명함
  - 선행연구의 대부분은 자산 운용 관점에서 효용 극대화를 목적으로 하는 최적 포트폴리오 선택 문제가 대부분으로, 본 연구의 자금조달 문제와는 다소 관점의 차이가 있음

### ■ Fannie Mae

- Fannie Mae(이후 FNMA)는 ‘14~‘15년 대비 ‘16년에 들어 단기채권 발행 및 상환규모가 증가

[표1] FNMA의 연간 채권 발행 및 상환 내역

구분	2016		2015		2014	
	발행	상환	발행	상환	발행	상환
단기채	588,082	624,169	182,358	216,340	213,683	180,920
장기채	118,516	142,826	76,268	117,350	45,805	148,186

※ 자료: FNMA 2016년 연차보고서, 단위: 백만 달러

- 초단기성 부채를 발행·상환하고, 저금리로 장기성 부채를 발행하는 등 채권 발행 및 운용 증가
- FNMA는 사업 관련 연방정부의 지원과 금융시장 환경의 변화에 따라 자금조달의 구성과 비율, 비용 등에 큰 변화가 나타날 수 있음을 언급

### ■ 국내 은행의 사례

- 산업은행과 기업은행은 차입부채와 사채뿐만 아니라 수신 기능을 이용
  - 산업은행<sup>2)</sup>: 차입부채 12.9%, 사채 50.41%, 예수부채 6.29% 등
  - 기업은행<sup>3)</sup>: 예수부채 44.93%, 사채 39.07%, 차입부채 10.85% 등

2) 출처: 2016 KDB Annual Report 참조하여 계산

- 수출입은행의 경우 주로 사채(78.5%)와 차입부채(13.03%)로 구성

## ■ Holmer(1994)의 주택담보대출 운용 연구

- Holmer(1994)는 연구 배경으로 다음과 같이 FNMA가 듀레이션 갭 기법을 적용한 사례를 들고 있음
  - 1970년대 FNMA는 장기 자산을 매입하기 위해 단기성 부채를 통해 자금을 조달하였으나 1980년 이자율 상승으로 FNMA의 부채비용이 자산수입보다 더 빨리 증가하면서 마이너스(-) 순이자소득을 기록
  - 이에 따라 1988년에 들어 FNMA는 전통적 포트폴리오 전략인 듀레이션 갭 기법을 도입
- 듀레이션 갭 기법은 자산의 평균 듀레이션과 부채의 평균 듀레이션을 일치시켜 현금흐름의 미스매칭(Miss-Matching)을 해결하는 방법
  - 그러나 투자자의 위험성향 파악이 어렵고, 단일 금리를 적용하는 등의 단점도 존재
- 따라서 Holmer(1994)는 이자율이 변하더라도 목표 투자기간 동안 당초의 목표수익률을 확보할 수 있는 확률적(stochastic) 모형을 적용
  - 포트폴리오는 美 국고채, FNMA 만기지급 및 수익상환 채권, 고정 및 변동금리 모기지, 감채기금채권(sinking fund debenture bonds)<sup>4)</sup>, 이자율 스왑, 캡, 플로어, 국채옵션(options on treasury bonds) 등으로 구성됨
  - 각 자산별 현금흐름을 생성하기 이전에 이자율 트리와 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 이자율 Path를 생성함
  - 여기에 조기상환 등 불확실성에 대한 위험 프리미엄을 반영하기 위해 옵션 프리미엄(Option-Adjusted Premium, 이후 OAP) 및 스프레드(Option-Adjusted Spread, 이후 OAS)를 고려한 Pricing Model 설정

3) 출처: 2016 기업은행 Annual Report 제 56기 연차보고서 참조하여 계산함

4) 채권 상환을 발행기간 동안 정기적으로 일정 금액을 적립한다는 조건으로 발행하는 상품임

- Holmer(1994)는 목적함수로 효용함수를 이용한 기대효용 극대화를 설정하고, 이를 달성하기 위한 결정변수로 포트폴리오 구성 비율을 제시
  - 초기 포트폴리오 구성 시 금액보다 시장에서 기대하는 포트폴리오 자산의 기대 수익이 더 높아야 한다는 제약조건을 적용
- **Golub, Holmer, McKendall, Pohlman, Zenios(1995)의 MBS와 채권 운용 연구**
  - Golub et. al.(1995)은 MBS와 채권(fixed-income security)을 포함한 현금흐름의 불확실성을 고려한 모형을 제시
    - 포트폴리오는 3년물 MBS 및 3년물 美 국고채로 구성함
  - 이자율 및 조기상환 시나리오를 반영하여 현금흐름을 생성
    - 이자율 시나리오는 Black et. al.(1990)의 이항 격자(binomial lattice)로부터 생성
    - 이자율 변동 및 조기상환 위험을 가진 MBS의 현금흐름은 Kang and Zenios(1992)에서 제시한 조기상환 모델을 적용
  - 이렇게 생성된 데이터를 이용하여 만기별 자산배분 비중을 결정변수로, 기대효용 극대화를 목적함수로 하는 확률적 모형을 제시
    - 또한 투자자 위험성향에 따라 Passive 또는 Active 전략을 선택할 수 있게 고안
- **Zenios(1995)의 MBS와 채권 운용 연구**
  - Zenios(1995)는 MBS와 같은 복잡한 특성을 지닌 상품들이 포함된 포트폴리오 관리를 논의할 수 있는 모형 제공
    - 포트폴리오는 만기별 MBS 및 美 국고채로 구성
  - 채권 가격 평가에 OAP를 적용하고, 이자율은 Black, Derman, and Toy(1990)의 이항 격자로부터 생성

- 다음과 같은 3단계의 모형을 제시하고, 각각의 결과를 비교·분석함
  - 모든 모형의 결정변수는 자산배분 비중
- ① Static Model - Duration Matching
  - 포트폴리오 비용 최소화를 목적으로 하고, 개별 자산의 short-sale 불가 제약 조건을 포함
- ② Single-period Stochastic Model - Mean-Absolute Deviation 모형
  - 포트폴리오 위험 최소화를 목적으로 하고, 목표 수익률에서 어긋날 시 penalty가 부여되는 제약을 포함
- ③ Multi-period Stochastic Model
  - 기대효용 극대화를 목적으로 한 모형

#### ■ Infanger(1999)의 연구

- Infanger(1999)는 이자율 변동 및 조기상환 위험을 고려한 최적 포트폴리오 구성 문제를 다양한 시뮬레이션 기법으로 분석함
  - FNMA, Freddie Mac(이후 FHLMC), Ginnie Mae(이후 GNMA) 등 정책금융기관의 문제와 유사한 문제 설정
  - 이자율과 조기상환 시나리오는 FHLMC의 내부 모형을 적용
  - 여기서 포트폴리오는 만기별 non-callable & callable bond로 구성
- 다음과 같은 상이한 목적함수와 제약조건을 가진 3가지 시뮬레이션 모형을 분석
  - ① Single-Stage Stochastic Model
    - 포트폴리오 위험 최소화를 목적으로 포트폴리오 기대수익률이 특정 수준 이상이어야 한다는 제약조건 포함

## ② Multi-Stage Stochastic Model

- 포트폴리오 수익률의 분산 최소화를 목적으로 역시 포트폴리오 기대수익률에 대한 제약조건 포함

## ③ Delta and Gamma Hedge Strategy

- 포트폴리오 기대수익률과 위험 이외에도 듀레이션을 추가적으로 고려하는 투자자를 고려하는 모형
- 따라서 기존 stochastic 모형에 포트폴리오가 목표 듀레이션과 일치하는 듀레이션을 가지도록 하는 제약조건 추가

### ■ 김재인(2006)의 은행 ALM 관련 연구

- 김재인(2006)은 은행의 효율적인 ALM 의사결정을 위한 모형 및 방안을 제시하고 결과를 도출함
- 포트폴리오는 다음과 같이 매우 다양한 상품으로 구성
  - 한도여신 할인어음, 무역금융, 상품채권, 투자유가증권(중도매각채권 등), CD, R/P, Call-loan, 신용카드채권, 만기경과여신 및 지보대급금(고정이하여신 제외), 요구불예금, 저축, 기업자유, MMDA, 만기경과예금, 차입금, 발행금융채권, 금리부과생상품(트레이딩 & 비트레이딩) 등
- 고객행동 시나리오를 통해 조기상환 등 불확실성 반영
  - 고객행동 시나리오는 시장금리 및 기타 요인에 따라 발생하는 조기상환, 중도해지 및 요구불예금 잔액 변동 등과 관련한 시나리오
- 확정적 시나리오와 확률적 시나리오를 제시하여 금리 시나리오 생성
  - 확정적 금리 시나리오는 기준 수익률 곡선이 200bp 상승 혹은 하락
  - 확률적 금리 시나리오는 500개의 금리 시나리오를 확률적으로 생성

- 각 금리 시나리오에 대하여 다음과 같이 NII(Net Interest Income) 및 NPV(Net Present Value)의 분포를 통해 EaR<sup>5)</sup>과 VaR<sup>6)</sup> 계산
  - 확정적 금리 시나리오에서는 기준 수익률곡선과 금리충격(수익률곡선 200bp 상향 및 하향 조정) 적용 시 산출된 NII 및 NPV 차이로 계산
  - 확률적 금리 시나리오에서는 미래 특정시점 NII 및 NPV 평균값에서 하위 1 percentile 값을 차감하여 계산
- 또한 기본잉여를 산출하여 유동성 위험을 분석
  - 기본잉여<sup>7)</sup> 모형은 30일 이내의 유동성 리스크 관리도구로 긴급성 즉, 시장성 자금을 조달·보유하고 있는지를 측정하는 방법

5) EaR(Earnings at Risk): 금리변동시 NII의 최대 감소규모를 나타내는 최대손익 변동예상액으로서 금리갭이나 순이자이익의 시뮬레이션을 통해 산출됨

6) VaR(Value at Risk): 금리의 불리한 변동으로 인해 현재 또는 미래 특정시점을 기준으로 은행의 순자산가치가 최대 얼마나 감소할 수 있는지를 나타내는 최대 손실예상액 지표로, 듀레이션이나 순자산가치 시뮬레이션을 통해 산출됨

7) 여기서 기본잉여란, 은행 신뢰사건의 손실로 남겨질 수 있는 부채에 대해 수정된 원금 손실 없이 30일 안에 자금을 조달할 수 있는 현금의 측정을 말함

## 2. 공사의 자금조달 구조

- 본 장에서는 MBS와 공사채가 공사 자금조달에 있어 어떠한 차이를 가져오는지 살펴보기로 함

### ■ 단일 풀에서의 MBS와 공사채

- 공사가 하나의 주택담보대출 풀을 MBS를 통해 자금조달하는 경우와 공사채를 통해 자금조달하는 경우를 비교하면 다음 [그림1]과 같음

[그림1] 단일 풀에서의 MBS와 공사채를 이용한 자금조달 비교



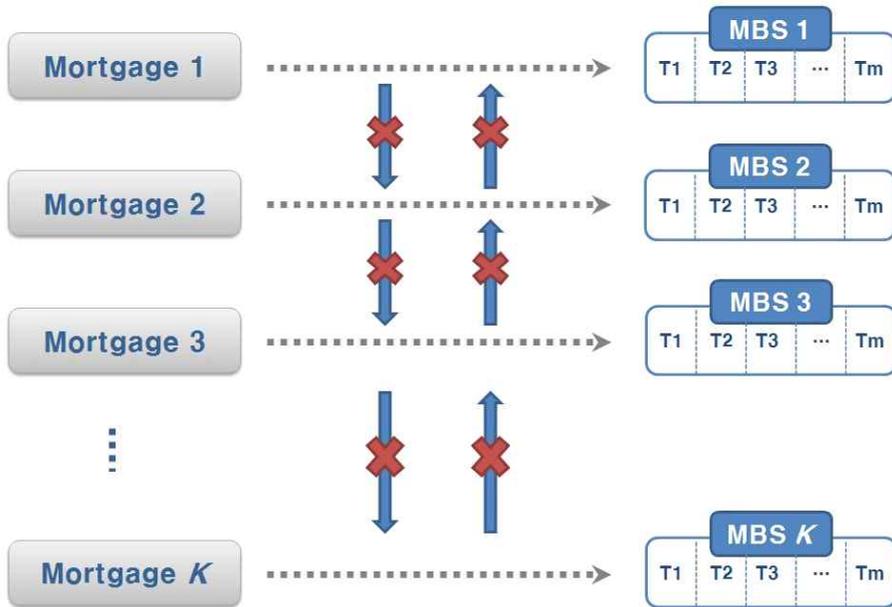
- MBS를 발행한 경우 차입자의 조기상환에 따라 현금흐름에 변동이 생기면 공사는 다음과 같은 자금 운용이 가능
  - 조기상환이 증가하여 원리금 지급 후 여분의 자금이 있다면 콜 옵션 행사 가능
  - 조기상환이 감소하여 원리금 지급을 위한 자금이 부족할 경우 단기자금 차입 등을 통한 대지급 수행
- 공사채를 발행한 경우 차입자의 조기상환에 따른 현금흐름 변동에 대해 공사는 다음과 같은 자금 운용이 가능
  - 조기상환이 증가하여 원리금 지급 후 여분의 자금이 있다면 재투자
  - 조기상환이 감소하여 원리금 지급을 위한 자금이 부족할 경우 단기자금 차입 등을 통해 원리금 지급

- 따라서 MBS 쿠폰이자율이 공사의 재투자 수익률보다 높을 경우 공사채 발행보다는 MBS 발행이 항상 공사에게 유리할 가능성이 높음
  - 거래비용 등에 따라 조금씩 달라질 수 있으나 여전히 MBS 발행이 유리할 가능성이 높음
  - 이는 MBS는 콜옵션을 통해 조기상환 리스크를 해소할 수 있기 때문
  - 그러나 하나의 풀이 아닌 여러 개의 풀을 고려할 경우 달라질 수 있음

■ 멀티 풀에서의 MBS와 공사채

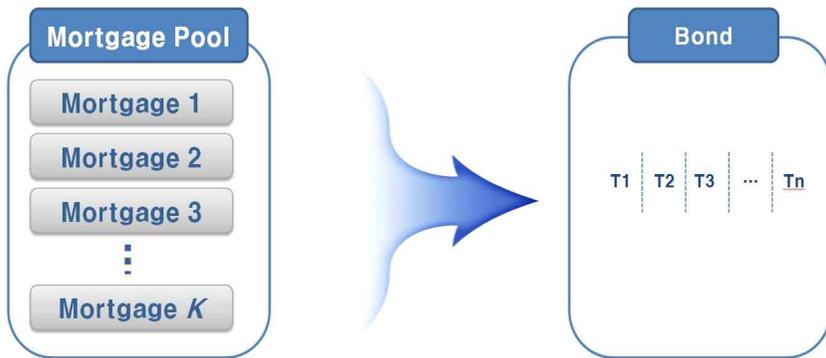
- 공사가 둘 이상의 멀티 주택담보대출 풀을 MBS를 통해 자금조달하는 경우와 공사채를 통해 자금조달하는 경우를 비교하면 다음 [그림2]-[그림3]과 같음

[그림2] 멀티 풀에서의 MBS를 이용한 자금조달



- MBS를 발행한 경우 개별 신탁으로 풀 간 자금 전이 불가 원칙으로 인해 유연한 자금운용은 불가
  - 개별 풀은 앞선 단일 풀의 경우와 같이 운용 가능
  - 다만 특정 풀에서의 여유자금을 다른 풀의 부족한 자금을 채우는 데 이용할 수 없어 Idle Money와 대지급이 동시 발생 가능

[그림3] 멀티 풀에서의 공사채를 이용한 자금조달



- 공사채를 발행한 경우 풀 사이 자금 전이 불가 원칙과 관계없이 여유자금을 자유롭게 운용 가능
  - 따라서 MBS에 비해 적은 양의 Idle Money가 발생할 가능성이 있으며, Idle Money와 원리금 부족 가운데 하나만 발생 가능
- 실제 공사는 많은 수의 MBS 풀을 보유하고 있으므로, 반드시 MBS를 통한 자금조달이 항상 유리하다고 보기 어려운 상황

■ 공사채와 MBS 발행의 재무적 영향 비교

- MBS를 대체하여 공사채를 발행할 경우, 지급보증배수 관리에 긍정적인 효과를 주나 부채비율과 원화유동성비율에는 부정적

[표2] MBS vs. 공사채 재무적 영향 비교

구분	MBS	공사채	MBS 대비 유·불리
부채비율	영향 없음	부채비율 증가	불리
핵심자본비율	영향 없음	영향 없음	-
지급보증배수	배수 증가	영향 없음	유리
원화 유동성비율	영향 없음	1개월내 만기도래 시 비율 하락	불리

※ 자료 : 한국주택금융공사

- 또한 주택담보대출을 유동화하지 않을 경우 주택신보 출연금, 대손충당금, 자기자본비용 부담 등의 비용 발생 가능

■ 공사채 발행 제한 관련 법규 및 정부 가이드라인

- 현행 공사법상 공사채 발행가능 규모는 자기자본의 최대 10배
  - 한국주택금융공사법 제52조
- 정부는 ‘13.12월 공공기관 부채감축계획 운용지침을 시행하여 공공기관의 부채비율을 ‘17년까지 200% 수준에서 관리중
  - 공사의 부채감축 대상 부채는 MBS를 제외한 공사 및 기금의 모든 부채
- ‘17년말 이후 부채감축계획 운용지침은 종료될 가능성이 있으나, 중장기 재무관리계획에 의하여 부채규모를 유의한 수준으로 확대하기는 어려움
  - 현재 중장기재무관리계획에 따라 ‘21년까지 총부채를 약 4.3조원 이내에서 관리해야 하며, MBB를 제외한 차입가능 규모는 최대 1.7조원 수준

- 공사는 양수한 주택담보대출의 즉시유동화의 정례화를 비롯한 지속적인 부채감축 노력으로 최근 4년간 공사채 발행 없음

### 3. 자금조달 문제 설정 및 분석

#### 가. 시뮬레이션 모형 설정

##### ■ 시뮬레이션 모형 개요

- 본 시뮬레이션 모형은 미래 이자율 기간구조를 생성하여 이자율 변동에 따른 MBS와 공사채의 자금조달 구조에서 나타나는 여러 관련 지표를 살펴보기 위함
- 특정 목적함수를 설정하여 최적화 문제로 접근하기보다는 다양한 상황을 가정하여 공사의 유동화 관련 지표들의 움직임을 살펴볼 목적

##### ■ 이자율 모형

- 이자율 모형은 다음과 같은 Hull & White 1-Factor 모형을 이용

$$dr(t) = [\theta(t) - ar(t)]dt + \sigma dW^Q(t) \quad (1)$$

- $r(t)$  :  $t$  시점 초단기이자율
- $W^Q(t)$  : 위험중립측도 하에서  $t$  시점 표준 브라운 운동
- $a$  : 장기 평균으로 수렴하는 속도
- $\sigma$  : 이자율변동성
- $\theta(t)$  : 초기 이자율 구간구조 만족하도록 다음과 같은 식으로 결정

$$\theta(t) = \frac{\partial f R(0,t)}{\partial t} + af(0,t) + \frac{\sigma^2}{2a}(1 - e^{-2at}) \quad (2)$$

- $f(0,t)$  : 순간 선도이자율

$$f(0,t) = t \frac{\partial f R(0,t)}{\partial t} + R(0,t) \quad (3)$$

- $R(0,t)$  :  $s$  시점 관찰되는  $t$  만기의 현물이자율

- Hull & White 1-Factor 모형을 이용하여 현물이자율을 도출하려면 다음과 같이  $t$  시점에 평가한 만기  $T$ 의 무이표채 가격 계산 과정이 필요함

$$\begin{aligned}
 P(t, T) &= e^{-R(t, T)(T-t)} = A(t, T)e^{-B(t, T)r(t)} \\
 B(t, T) &= \frac{1 - e^{-(T-t)}}{a} \\
 \log A(t, T) &= \log \frac{P(0, T)}{P(0, t)} - B(t, T) \frac{\partial \log P(0, t)}{\partial t} \\
 &\quad - \frac{\sigma^2}{4a^3} (e^{-aT} - e^{-at})^2 (e^{2at} - 1)
 \end{aligned} \tag{4}$$

- 다음과 같이 무이표채 가격으로부터  $t$  시점 및 만기  $T$ 의 현물이자율을 도출할 수 있음

$$R(t, T) = - \frac{\log A(t, T) - B(t, T)r(t)}{T-t} \tag{5}$$

- 위 식에서 계산된 현물이자율을 이용하여 이자율 변동에 따른 채권가격의 변동을 시뮬레이션할 수 있음
- 모수 추정 결과  $a=0.004623$ ,  $\sigma=0.002511$ 을 얻음
  - '07년 5월부터 '17년 5월까지 국고채 수익률을 이용
  - 다만 시뮬레이션 적용 모수값은 임의로 조정
  - 초기 이자율 기간구조는 '17.11.09일 종가 기준 국채 수익률을 적용

[표3] 이자율 기간구조

만기(년)	0.25	0.5	0.75	1	1.5	2	2.5	3
수익률	1.359	1.499	1.638	1.752	1.987	2.061	2.094	2.145
만기(년)	4	5	7	10	20	30	50	
수익률	2.316	2.355	2.486	2.532	2.5	2.497	2.497	

※ 자료 : 금융투자협회 채권정보센터, 민평평균

■ 조기상환을 모형

- 주택담보대출 차입자의 조기상환율을 모형하기 위해 성숙효과와 차환효과를 고려한 다음과 같은 회귀모형 이용

$$SMM(i,t) = \beta_0 + \beta_1 Age(i,t) + \beta_2 \frac{KTB_5(t)}{MR(i)} + \epsilon_{i,t} \quad (6)$$

- $SMM(i,t)$  : 주택담보대출 풀  $i$ 의  $t$  시점 월별 조기상환율
- $Age(i,t)$  : 주택담보대출 풀  $i$ 의  $t$  시점 경과월 수, 다만 PSK 모형에 따라 경과월 수는  $\min(\text{경과월}, 12)$ 의 값으로 적용
- $KTB_5(t)$  :  $t$  시점 국고채 5년 수익률
- $MR(i)$  : 주택담보대출 풀  $i$ 의 대출 금리
- ‘04~‘16년까지 MBS의 기초자산 조기상환 데이터를 이용하여 추정된 결과  $\beta_0=4.198975$ ,  $\beta_1=0.243217$ ,  $\beta_2=-4.945299$ 를 얻음
- 다만 시뮬레이션을 위해 최근 조기상환율이 감소 추세를 반영하여  $\beta_0$ 는 추정치보다 2 작은 2.198975를 기준으로 적용

■ MBS 모형

- 본 시뮬레이션에서 가정한 MBS는 현재 발행되고 있는 공사 MBS와 동일하게 8개의 트렌치로 설정

[표4] MBS 발행구조

트렌치 번호	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8
만기	1	2	3	5	7	10	15	20
발행 비중	0.11	0.18	0.15	0.31	0.12	0.08	0.04	0.01
스프레드(bp)	7.82	9.90	14.74	30.48	37.80	16.67	21.82	24.40

- 모형의 단순화를 위해 후순위채는 없는 것으로 가정

- 발행 비중과 스프레드는 최근 3년간 발행내역의 평균값을 적용하고, 시뮬레이션 기간 동안 상수로 고정
- 또한 매분기마다 1회 발행하며, 발행 시 할증률은 100%로 고정
- 콜옵션은 현재 발행되는 MBS와 동일하게 I-4트렌치부터 포함
- 다만 모형의 단순화를 위해 I-4트렌치의 콜 행사 가능 시점을 3년 이후로 설정

#### ■ 주택담보대출

- 주택담보대출은 매분기마다 1단위씩 판매되는 것으로 가정하고, 각 주택담보대출은 모두 30년 만기, 원리금균등상환 대출로 가정
- 또한 각 대출금리는 해당분기 조달금리인 MBS 가중평균 발행금리에 100bp 스프레드가 더해진 금리로 결정

#### ■ 공사채

- 공사채 만기는 3년으로 고정하고, 국채3년물 대비 발행스프레드는 15bp로 가정

#### ■ 기타

- 기타 비용 및 차입자의 연체는 없는 것으로 가정
- 공사의 자본금 규모는 0.25로 가정하고, 이후 시뮬레이션 기간 동안 고정된 값으로 설정

## 나. 결과 도출 및 해석

### ■ 시뮬레이션 수행

- 각 시뮬레이션의 종료 시점은 30년이며, 다음 표에 나타난 모수별로 1,000회씩 수행

[표5] 시뮬레이션 모수

구분	모수	모수값	구분	모수	모수값
이자율 모형	$a$	0.01, 0.05	조기상환율	$\beta_0$	0.198975, 2.198975, 4.198975
	$\sigma$	0.005, 0.02			
조달구조	공사채 비중	0, 0.1, 0.2		$\beta_2$	-6.945299, -4.945299, -2.945299

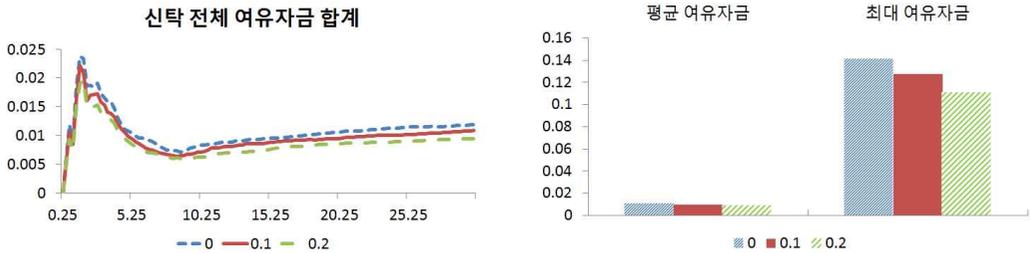
### ■ 공사채 비중

- 공사채 비중을 0, 0.1, 0.2로 달리해가며 시뮬레이션 수행
  - 공사채 비중의 경우 매우 직관적인 결과를 얻을 수 있음
  - 기타 모수값은 다음과 같음

[표6] 공사채 비중 관련 시뮬레이션 모수

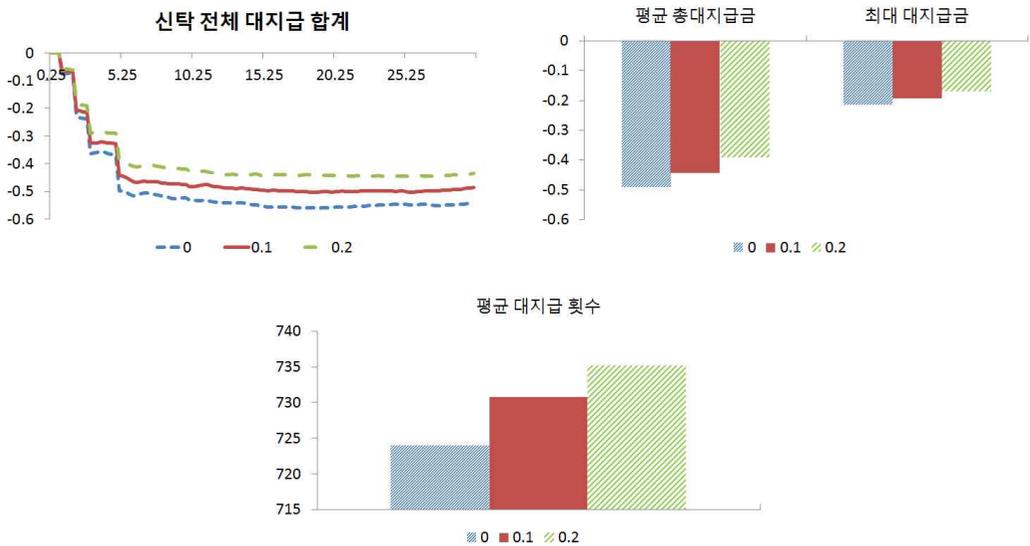
모수	모수값	모수	모수값	모수	모수값	모수	모수값
$a$	0.01	$\sigma$	0.02	$\beta_0$	2.198975	$\beta_2$	-4.945299

[그림4] 공사채 비중에 따른 신탁여유자금 시뮬레이션 결과



- [그림4]의 신탁 전체 여유자금 합계는 매 시기별 전체 잔존신탁의 여유자금을 더한 결과로서, 공사채의 비중이 높을수록 신탁 여유자금이 감소함을 확인
- 평균 여유자금은 각 모수의 시뮬레이션 전체 기간 동안의 평균 여유자금이며, 최대 여유자금은 각 모수별 시뮬레이션 1,000회 가운데 가장 여유자금이 많았던 시기의 값

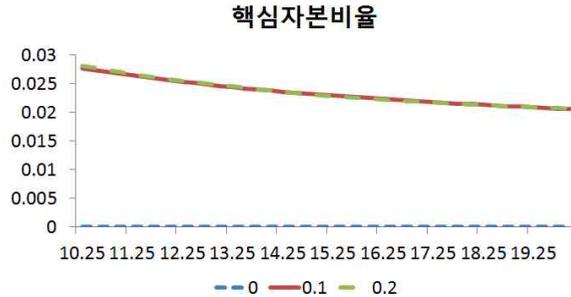
[그림5] 공사채 비중에 따른 대지급 시뮬레이션 결과



- [그림5]의 대지급은 대지급이 발생할 경우 음(-)의 값으로 표시
- 신탁 전체 대지급 합계는 매 시기별 전체 잔존신탁의 대지급금을 더한 결과로서, 공사채의 비중이 높을수록 대지급이 감소함을 확인

- 평균 총대지급금은 각 시뮬레이션 기간 동안의 총 대지급금의 평균이며, 최대 대지급금은 각 모수별 시뮬레이션 1,000회 가운데 가장 대지급금이 컸던 시기의 값
- 다만 평균 대지급 횟수는 공사채의 비중이 높을수록 증가하는 것으로 나타남

[그림6] 공사채 비중에 따른 핵심자본비율 시뮬레이션 결과

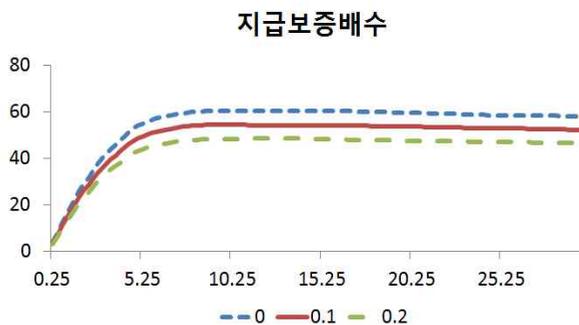


- 본 시뮬레이션에서 핵심자본비율로 다음 식을 이용하여 계산

$$\text{핵심자본비율} = \frac{\text{자기자본}}{\text{잔존 주택담보대출} \times \text{위험가중치}} \quad (7)$$

- 위 식에서 잔존 주택담보대출은 공사가 공급한 전체 주택담보대출의 잔액이며, 위험가중치는 37% 적용
- 직관과 동일하게 MBS 대비 공사채 발행비중은 자기자본과 잔존 주택담보대출의 양과 무관하여 핵심자본비율에 변화 없음

[그림7] 공사채 비중에 따른 지급보증배수 시뮬레이션 결과



- 본 시뮬레이션에서 지급보증배수는 다음 식과 같이 계산

$$\text{지급보증배수} = \frac{\text{잔존MBS원금}}{\text{자기자본}} \quad (8)$$

- 따라서 공사채 발행이 증가함에 따라 MBS 발행 물량이 감소하여 보증배수는 감소함을 확인
- 평균 보증배수는 각 시뮬레이션 기간 동안 보증배수의 평균이며, 최대 보증배수는 각 모수별 시뮬레이션 1,000회 가운데 가장 보증배수가 높은 시기의 값

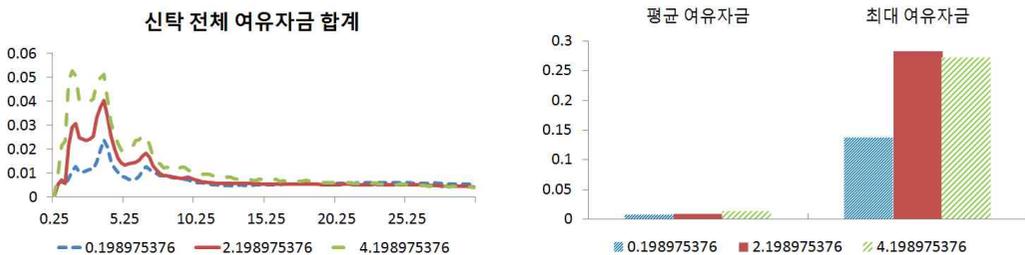
### ■ 조기상환을 모형

- 조기상환을 모형의 모수인  $\beta_0$ 와  $\beta_2$ 를 달리해가며 시뮬레이션 수행
  - $\beta_0$ 가 증가(감소)하면 조기상환을 커브 전체가 평행 상승(하락)한다는 의미
  - $\beta_2$ 의 절대값이 증가(감소)하면 금리변동에 따른 조기상환을 민감도가 상승(하락)한다는 의미
- 다음은  $\beta_0$ 의 변동에 따른 시뮬레이션 결과
  - $\beta_0$ 를 제외한 기타 모수값은 다음과 같음

[표7] 조기상환을 수준 관련 시뮬레이션 모수

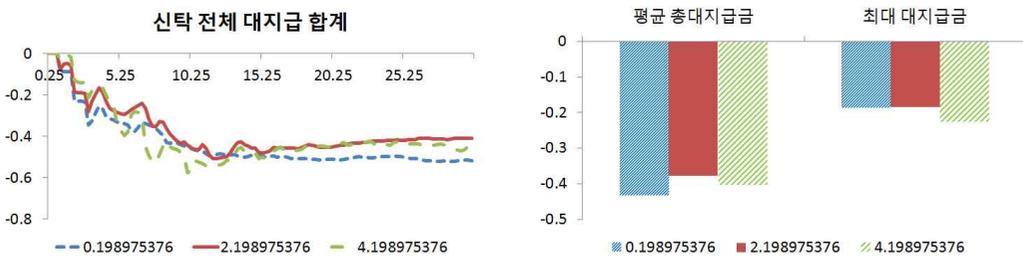
모수	모수값	모수	모수값	모수	모수값	모수	모수값
$a$	0.01	$\sigma$	0.02	$\beta_2$	-4.945299	공사채 비중	0.1

[그림8] 조기상환을 수준에 따른 신탁 여유자금 시뮬레이션 결과



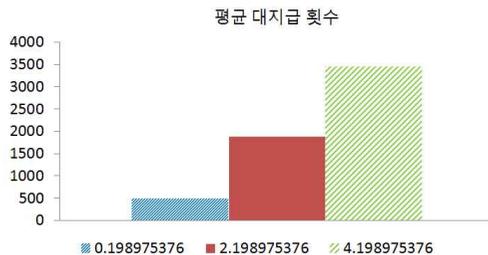
- 동일한 조건에서 볼 때, 조기상환율의 커브가 증가하면서 신탁 초기에 전체 여유자금의 증가하는 경향을 확인
- 이는 신탁 초기 조기상환이 증가할 때 만기상환인 1~3년물 트랜치를 위한 여유자금을 확보해야 하기 때문
- 다만 본 시뮬레이션에서 5년물 트랜치의 실질적인 콜 행사가 신탁 3년 이후인 것을 감안하면 현실적으로는 유의미한 차이가 없을 가능성도 존재

[그림9] 조기상환을 수준에 따른 대지급 시뮬레이션 결과



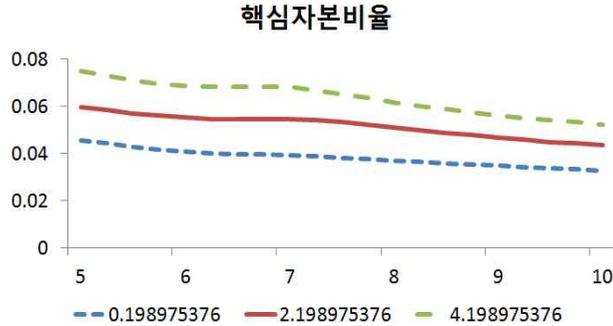
- 조기상환율 커브의 상하 평행이동과 대지급 금액과는 큰 관계가 없는 것을 확인

[그림10] 조기상환을 수준에 따른 대지급 횟수 시뮬레이션 결과



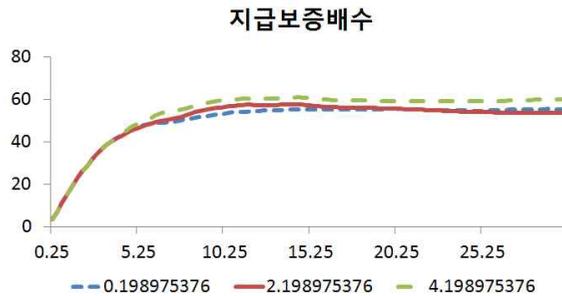
- 다만 조기상환율 커브가 상승할수록 대지급 횟수는 증가하는데, 이는 모형 상 5년물 트랜치가 3년 이후부터 콜 행사 가능하여 신탁 초기 역마진이 발생, 이후 신탁 기간 동안 다수의 대지급이 발생가능하기 때문
- 횟수는 증가하더라도 표에서 볼 수 있듯이 전체 대지급금의 수준은 유사한 것을 감안하면 각각의 대지급의 지급 금액은 상대적으로 작음을 알 수 있음

[그림11] 조기상환을 수준에 따른 핵심자본비율 시뮬레이션 결과



- 핵심자본비율의 경우 조기상환 커브가 상승하면서 증가하는 경향이 나타남
- 이는 잔존 주택담보대출의 양이 상대적으로 빠른 속도로 감소하기 때문

[그림12] 조기상환을 수준에 따른 보증배수 시뮬레이션 결과



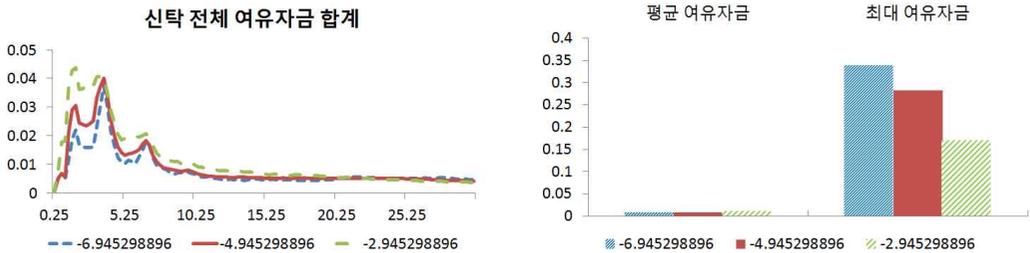
- 지급보증배수의 경우 조기상환을 커브의 높낮이와 실질적인 관계가 나타나지 않음
- 그러나 실제 빠른 조기상환 및 콜 행사로 인해 MBS 잔존 원금이 감소하면 지급보증배수가 상대적으로 감소할 가능성은 여전히 있음

- 다음은  $\beta_2$ 의 변동에 따른 시뮬레이션 결과
  - $\beta_2$ 를 제외한 기타 모수값은 다음과 같음

[표8] 조기상환율 금리민감도 관련 시뮬레이션 모수

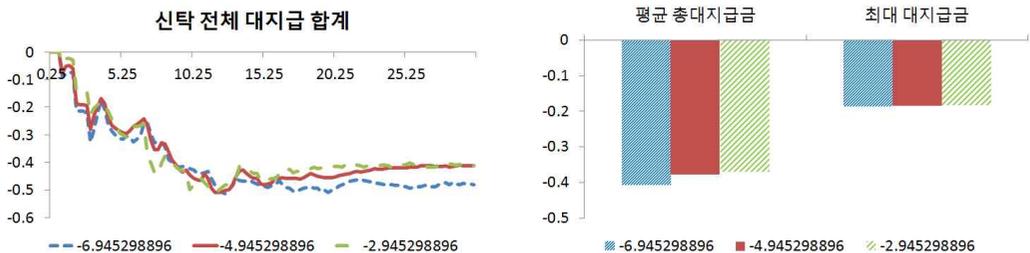
모수	모수값	모수	모수값	모수	모수값	모수	모수값
$a$	0.01	$\sigma$	0.02	$\beta_0$	2.198975	공사채 비중	0.1

[그림13] 조기상환율 금리민감도에 따른 신탁 여유자금 시뮬레이션 결과



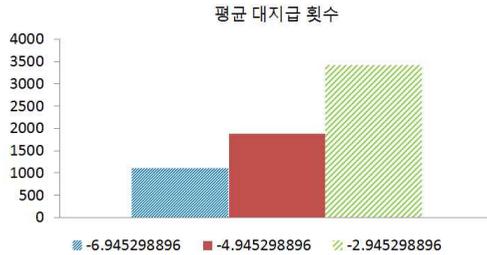
- 신탁 초기 조기상환율의 금리민감도가 증가할수록 신탁 여유자금이 감소함
- 이는 금리 상승기에 상대적으로 조기상환율이 큰 폭으로 감소함에 따라 신탁 여유자금이 줄어들음을 의미

[그림14] 조기상환율 금리민감도에 따른 대지급 시뮬레이션 결과



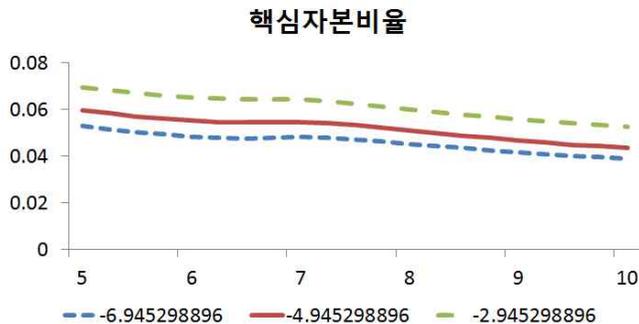
- 조기상환율의 금리민감도와 대지급 금액과의 관계는 뚜렷하지 않음

[그림15] 조기상환을 금리민감도에 따른 대지급 횟수 시뮬레이션 결과



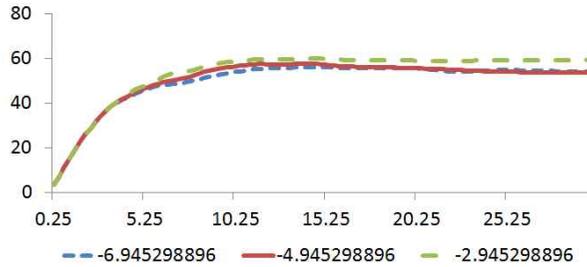
- 다만 금리상승기에 조기상환율이 어느 정도 유지될 경우 앞선  $\beta_0$ 가 증가한 경우와 유사하게 신탁 초기 역마진이 발생하면서 이후 대지급 횟수는 증가할 가능성이 있음
- 역시 횟수는 증가하더라도 각각의 대지급의 지급 금액은 상대적으로 작음을 알 수 있음

[그림16] 조기상환을 금리민감도에 따른 핵심자본비율 시뮬레이션 결과



- 핵심자본비율의 경우 상대적으로 높은 조기상환율은 빠른 잔존 주택담보대출의 감소를 야기하여 상대적으로 높은 핵심자본비율을 유지하게 함

[그림17] 조기상환율 금리민감도에 따른 보증배수 시뮬레이션 결과  
지급보증배수



- 지급보증배수의 경우 조기상환율의 금리민감도와 뚜렷한 관계가 있다고 말하기 어려움

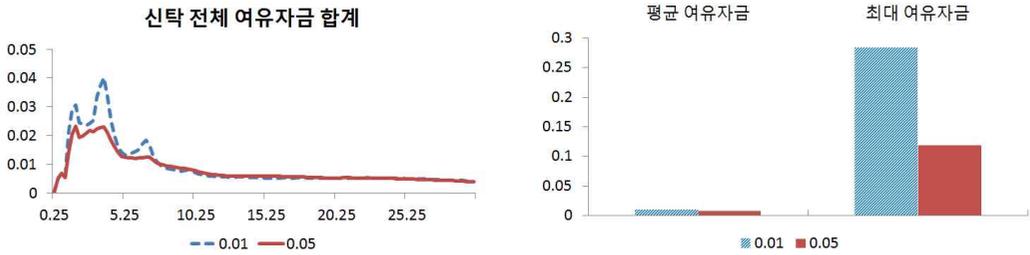
■ 이자율 모형

- 이자율 모형의 모수인  $a$ 와  $\sigma$ 를 달리해가며 시뮬레이션 수행
  - $a$ 가 증가(감소)하면 장기평균금리가 현재 금리보다 높을 경우 금리가 빠른(느린) 속도로 상승하여 장기평균금리에 수렴한다는 의미
  - $\sigma$ 가 증가(감소)하면 이자율의 변동성이 증가(감소)한다는 의미
- 다음은  $a$ 의 변동에 따른 시뮬레이션 결과
  - $a$ 를 제외한 기타 모수값은 다음과 같음

[표9] 금리 평균회귀속도 관련 시뮬레이션 모수

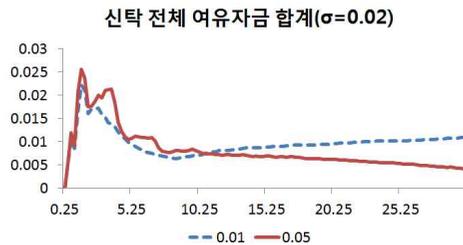
모수	모수값	모수	모수값	모수	모수값	모수	모수값
$\sigma$	0.005	$\beta_0$	2.198975	$\beta_2$	-4.945299	공사채 비중	0.1

[그림18] 금리 평균회귀속도에 따른 신탁 여유자금 시뮬레이션 결과 1

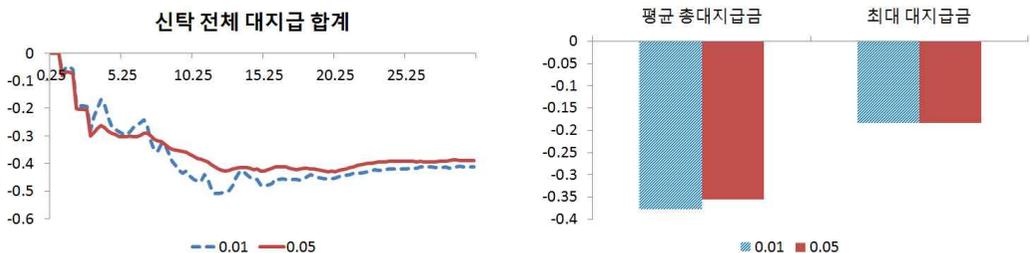


- 금리상승기에 금리상승속도가 초기에 상대적으로 빠를 경우, 상대적으로 낮은 조기상환으로 인해 신탁 초기 여유자금이 감소할 가능성이 있음
- 그러나 [그림19]와 같이 대세적인 금리상승기에도 금리 변동성이 커 초기 금리가 상대적으로 낮게 유지되는 시기가 자주 나타날 경우 신탁 초기 여유자금이 증가할 우려도 있음
- [그림19]는 [그림18]과 달리 금리 변동성이 0.02로 4배 큰 상황을 시뮬레이션한 결과

[그림19] 금리 평균회귀속도에 따른 신탁 여유자금 시뮬레이션 결과 2

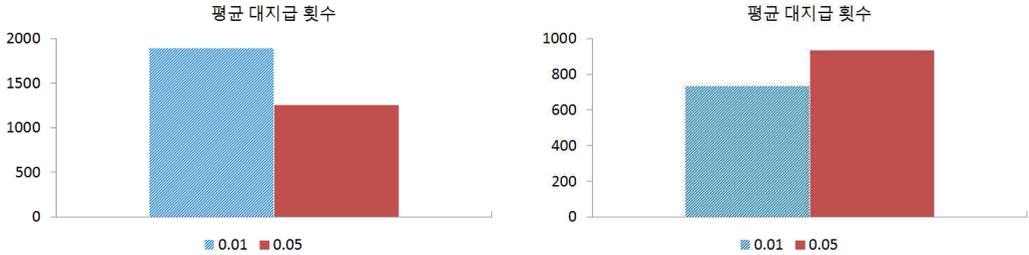


[그림20] 금리 평균회귀속도에 따른 대지급 시뮬레이션 결과



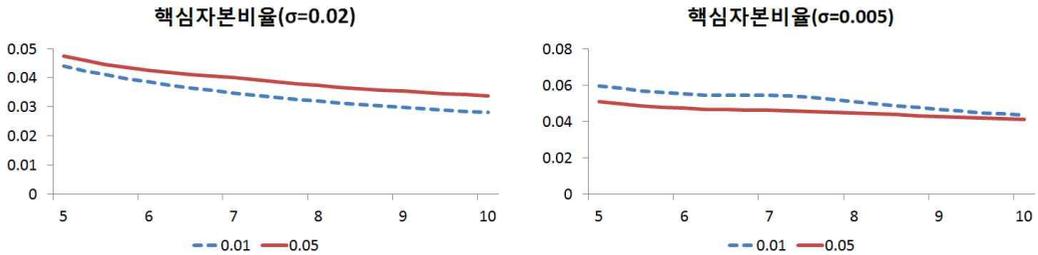
- 대지급금의 경우 금리의 평균회귀속도와 밀접한 관계가 나타나지 않음

**[그림21]** 금리 평균회귀속도에 따른 대지급 횟수 시뮬레이션 결과  
 $\sigma = 0.005$   $\sigma = 0.02$



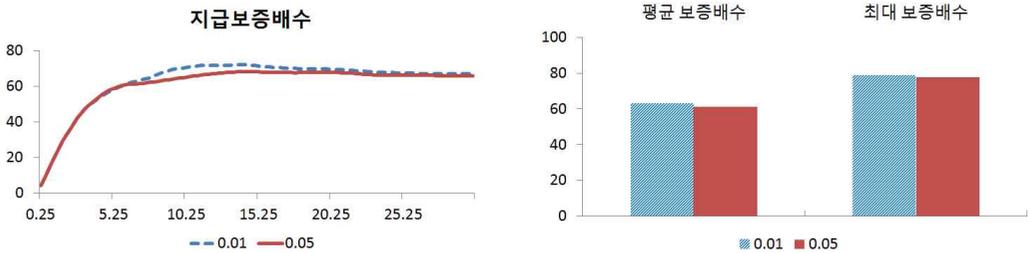
- 대지급횟수의 경우 금리의 평균회귀속도와 변동성에 따라 상이한 결과를 얻기도 함

**[그림22]** 금리 평균회귀속도에 따른 핵심자본비율 시뮬레이션 결과 1



- 핵심자본비율은 금리변동성의 크기에 따라 금리 평균회귀속도와 반대되는 관계가 나타남
- 변동성이 상대적으로 클 경우 금리 평균회귀속도가 커질수록 핵심자본비율은 상승하나, 변동성이 상대적으로 작을 경우 금리 평균회귀속도가 커질수록 핵심자본비율이 하락하기도 함

[그림23] 금리 평균회귀속도에 따른 보증배수 시뮬레이션 결과



- 지급보증배수는 금리 평균회귀속도와 뚜렷한 관계를 보이지 않음

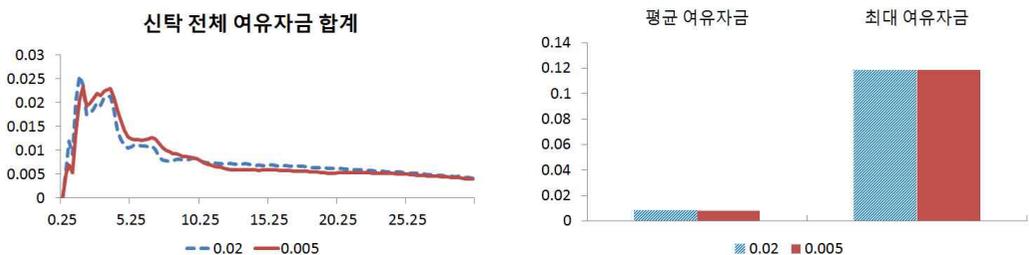
● 다음은  $\sigma$ 의 변동에 따른 시뮬레이션 결과

-  $\sigma$ 를 제외한 기타 모수값은 다음과 같음

[표10] 금리변동성 관련 시뮬레이션 모수

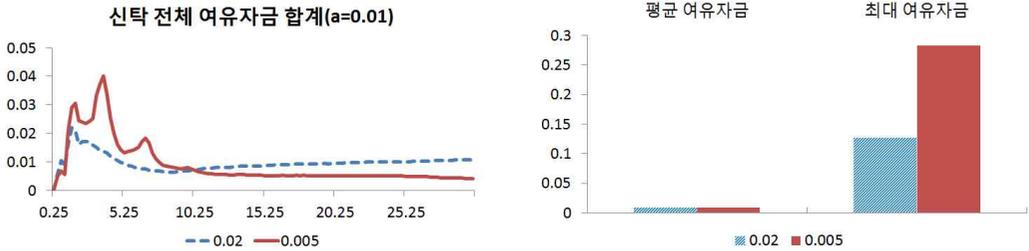
모수	모수값	모수	모수값	모수	모수값	모수	모수값
$a$	0.05	$\beta_0$	2.198975	$\beta_2$	-4.945299	공사채 비중	0.1

[그림24] 금리변동성 크기에 따른 신탁 여유자금 시뮬레이션 결과1



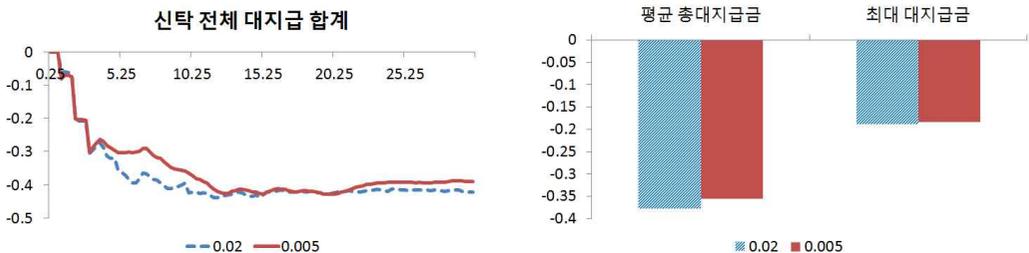
-  $a$ 가 0.05 수준일 경우 신탁 여유자금의 경우 금리변동성과 큰 관계가 없어 보이나, 다음 [그림25]와 같이  $a$ 가 0.01일 경우 금리변동성과 어느 정도 관계성이 나타나기도 함

[그림25] 금리변동성 크기에 따른 신탁 여유자금 시뮬레이션 결과2



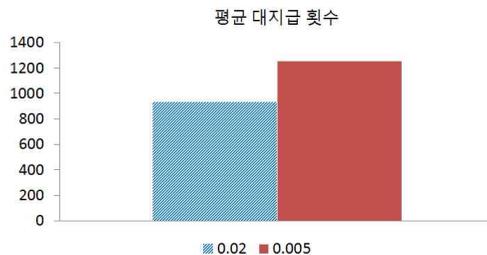
- 이는 시장상황에 따라 금리의 평균회귀속도와 변동성 가운데 더 큰 영향을 미치는 모수가 달라질 수 있음을 의미
- 즉, 초기 금리 상승속도가 느린 상황에서 금리변동성이 높으면 상대적으로 높은 금리가 발현될 가능성이 높고, 이는 초기 조기상환율을 감소시켜 초기 신탁여유자금 감소로 이어질 수 있음

[그림26] 금리변동성 크기에 따른 대지급 시뮬레이션 결과



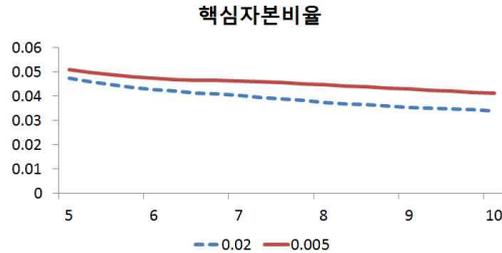
- 대지급금의 경우 금리변동성과 뚜렷한 관계를 나타내지 않음

[그림27] 금리변동성 크기에 따른 대지급 횟수 시뮬레이션 결과



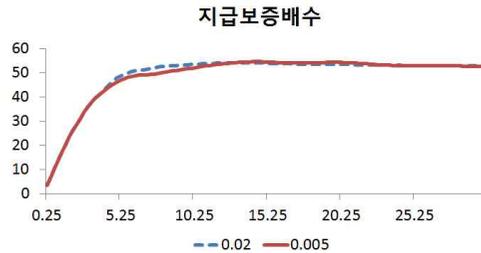
- 다만 금리변동성이 커지면 대지급 횟수가 감소하는데 이는 금리가 상승 추세이나 높은 금리변동성으로 낮은 금리가 자주 나타나면 상대적으로 높은 조기상환율이 유지되면서 대지급 횟수 감소 가능

[그림28] 금리변동성 크기에 따른 핵심자본비율 시뮬레이션 결과



- 금리변동성이 크면 핵심자본비율은 감소하는 것으로 나타남

[그림29] 금리 변동성 크기에 따른 지급보증배수 시뮬레이션 결과



- 금리변동성과 지급보증배수는 뚜렷한 관계가 없는 것으로 보임

## 다. 연구의 한계 및 제언

### ■ 연구의 한계

- 본 연구는 많은 다양한 변수를 상수로 고정하여 단순화한 시뮬레이션 결과를 제공하고 있음
  - MBS의 구성비율, 스프레드, 공사채 스프레드, 주택담보대출 공급량 등 여전히 많은 부분들이 시장상황에 따라 크게 변화할 수 있음
  - 또한 각 신탁 청산 시 발생하는 현금유입과 공사채 발행 및 상황에 따른 순이자마진 등은 공사의 의사결정에 따라 어느 정도 자기자본에 영향을 미칠 수 있으나 이를 반영하지 않은 한계가 있음
- 그러므로 본 연구의 수치적 결과를 그대로 인용하여 공사 사업에 직접 적용하는 것은 무리가 있음
  - 대신 자금조달 측면에서 시장상황 변화에 따른 지표들의 방향성 예측에 대한 참고자료로서의 가치가 있음

### ■ 제언

- 공사채 도입에 의해 지급보증배수는 감소하나 각종 부대비용 발생에 따른 수익성 악화 문제가 발생할 소지가 있음
  - 본 연구의 가정 및 시뮬레이션 프레임 하에서 적정 공사채 발행비중은 가변적이나, 신탁 여유자금이나 대지급, 보증배수 감소 등에 대한 긍정적인 영향을 생각하면 향후 자금조달 옵션으로 고려해볼직 함
  - 이외에도 정례발행으로 굳어진 MBS 발행에 비해 공사채는 상대적으로 시장 상황에 맞춘 발행 시기 조정이 가능한 장점이 있음
  - 그러나 공사법 및 정부부채감축 방안 등의 제약조건과 수익성 악화 가능성을 생각하면 MBS 대비 공사채 발행 비중은 매우 낮은 수준에서 출발하여 10% 이내 수준으로 점진적인 발행을 고려해야 함

- 향후 전사 포트폴리오 고려, ALM 관점의 금리갭 분석 및 자금운용 목표 등, 실질 제약 조건을 감안한 추가분석을 통해 적정 발행비중과 시기를 구체화시키는 추가 연구가 필요함

## 4. 결론 및 시사점

### ■ 요약 및 결론

- 본 연구는 공사의 자금조달 방안 가운데 현재 대부분을 차지하고 있는 MBS와 최근 발행되지 않았던 공사채를 비교·분석하고 있음
- 공사의 자금조달 구조에서 두 방안의 장단점을 정성적으로 비교하고, 또한 이자율 모형 시뮬레이션을 수행하여 정량적으로 분석함
  - 확률적 이자율 모형을 적용하고, 이자율 변수가 포함된 조기상환율 모형을 고안하여 적용함
- MBS와 공사채는 공사 자금조달 구조 상 각각 다음과 같은 장단점이 있음
  - MBS는 조기상환위험을 콜옵션을 통해 해소할 수 있으나 공사채는 조기상환 위험 해소가 어렵고, 다만 신탁 간 자금 전이 불가 원칙으로 인해 MBS 풀간 자금 전이는 어려움
  - 주택담보대출을 MBS로 유동화하지 않고 공사채로 자금조달할 경우 부채비율이 증가하나 지급보증배수는 감소하며 기타 비용이 발생 가능함
- 시뮬레이션 결과 공사채 비중이 증가하면 신탁 여유자금과 대지급금이 감소함을 확인
  - 또한 금리와 관계없이 조기상환율 커브가 전체적으로 평행 상승하면 신탁 여유자금과 핵심자본비율이 증가함
  - 조기상환율의 금리민감도가 증가하면 금리 상승기에 신탁 초기 여유자금이 감소하고 핵심자본비율이 증가함

## ■ 시사점 및 추후 연구

- 공사는 정부의 공공기관 부채감축계획에 적극 참여하여 최근 4년간 공사채를 발행하지 않았으나, 향후 시장상황에 따라 공사채 발행도 자금조달 옵션으로 포함될 수 있음
  - MBS 대비 공사채 발행의 장점을 극대화할 수 있는 시장 여건이 확인될 경우 공사채 발행을 현실적으로 검토할 수 있음
- 본 연구의 시뮬레이션은 초기 단계로, 향후 공사의 자산 운용과 관련한 시뮬레이션이 개발되면 ALM 관점에서 바라볼 수 있는 보다 통합적인 공사의 최적화 문제 해결 가능
  - 이자율 모형을 비롯한 본 연구의 시뮬레이션 방법론을 확장하여 자금조달과 자산운용을 포함한 총체적인 자산관리 연구를 수행할 수 있을 것으로 기대함
  - 장기적인 관점에서 시장 상황을 잘 반영할 수 있고, 공사의 특수성을 세밀한 부분까지 적용할 수 있는 심도 있는 모형 개발이 이루어질 경우 매우 의미있는 결과 도출 가능

## 참고 문헌

1. Black, F., E. Derman, and W. Toy, 1990, “A One-Factor Model of Interest Rates and its Application to Treasury Bond Options,” *Financial Analysts Journal*, Vol.46, No.1, pp33-39
2. Fannie Mae, 2016 Annual Report (Form 10-K)
3. Golub, B., M. Holmer, R. McKendall, L. Pohlman, and S. A. Zenios, 1995, “A Stochastic Programming Model for Money Management,” *European Journal of Operational Research*, Vol.85, pp282-296
4. Holmer, M. R., 1994, “The Asset-Liability Management Strategy System at Fannie Mae,” *Interfaces*, Vol.24, No.3 pp3-21
5. Hull, J. C., and A. White, 1990, “Pricing Interest-Rate Derivative Securities,” *Review of Financial Studies*, Vol.3, No.5, pp573-592
6. IBK 기업은행, 2016 Annual Report 제 56기 연차보고서
7. Infanger, G. 1999, “Managing Risk using Multi-Stage Stochastic Optimization” , Technical Report, Stanford University
8. Kang, P. and S. Zenios, 1992, “Complete Prepayment Models for Mortgage-Backed Securities,” , *Management Science*, Vol.38, pp1665-1685
9. KDB Bank, 2016 Annual Report

10. Korea Eximbank, 2016 Annual Report
11. Zenios, S. A., 1995, “Asset/Liability Management under Uncertainty for Fixed-Income Securities,” *Annals of Operations Research*, Vol.59, pp77-97
12. 김재인, 2006, “은행의 효율적 자산부채관리(ALM)를 위한 의사결정 모형,” 경희대학교 박사학위논문
13. 한국주택금융공사 연차보고서