

채권토큰의 경제성 분석*

이민혁** · 이건우*** · 정다훈**** · 김홍배*****

〈요 약〉

본 연구는 채권 발행에 블록체인 기술을 도입함으로써 얻을 수 있는 경제적 편익을 실증 분석하기 위해 전통적인 전자증권방식과 블록체인 분산원장(DLT) 기반에서의 발행비용 효율성을 비교하였다.

본 연구의 대상은 부산금융중심지 역내 공기업의 특수채 발행잔고가 2023년 182조에 이르고 있어 이를 활용한 금융중심지 추진전략을 수립하기 위해 한국주택금융공사 채권을 대상으로 연구한 결과, 전통방식의 발행비용은 1.037bp였으나, 공적 블록체인을 활용한 경우 0.758bp, 컨소시엄 블록체인의 경우 0.838bp, 내부 블록체인을 활용한 경우 0.755bp로 나타났다. 이는 전통 전자증권방식에 비해 26.45%, 18.76%, 26.80%의 비용 절감 효과이다. 발행비용에 영향을 미치는 요인으로는 투자자에 따른 최소투자금액, 노드 수 선택, 채권의 만기 및 이표주기에 따라 비용크기에 가변성은 발생한다.

본연구의 대상인 특수채의 경우 증권사 인수수수료가 아주 낮음에도 불구하고 18%에서 26% 정도의 비용절감효과가 있었는데, 가령 회사채, 단기채 차환, 매출채권 기업어음 등 반복적인 채권 발행의 경우에는 블록체인 분산원장에서의 채권발행 비용절감 효과는 더욱 클 것이다. 왜냐하면, 블록체인 기술을 활용하면 초기 설정 비용이 저렴하고, 추가적인 발행비용이 감소하기 때문에, 거액을 반복적으로 발행하는 경우 비용 효율성이 높아진다.

한편, 본 연구는 다양한 블록체인 플랫폼 선택 및 기술변수에 따른 세부 비용변동을 충분히 반영하지 못한 한계는 있다. 그러나 본 연구는 채권 토큰화의 재무적 타당성과 및 그 주요 요인들을 체계적으로 분석한 데 기여하는데 노력하였다.

금융에 있어 분산원장과 AI 기술의 급속한 발전과 채택은 비용 감축으로 이어지며 이에 맞춰 규제 또한 기술의 사용에 부합하게 변화가 따라야 한다. 즉 기존 규제와 전통 레거시 시스템을 고려한 혼성적 법률로서 편익이 검증된 증권토큰화를 더욱 활성화시키기 위해 국내 금융규제도 새로운 변화를 제시해야 한다.

주제어 : 공적 사적 블록체인, 분산원장, 스마트 계약, 증권형토큰, 채권토큰, STO

논문접수일 : 2024.07.11. 1차 수정일 : 2024.08.05. 게재확정일 : 2024.08.11.

* 본 논문은 2023년도 부산 국제금융진흥원 「부산 금융중심지 공기업 토큰증권 발행 타당성 분석」 연구과제로 지원되었음.

** 제1저자, 부산대학교 경영학과 조교수, 051-510-3594. E-mail: minhyuk.lee@pusan.ac.kr

*** 공동저자, 부산대학교 경영학과 석사과정, 051-510-2566. E-mail: 4513jkd@naver.com

**** 공동저자, 부산대학교 경영학과 석사과정, 051-510-3594. E-mail: wjdekgn980@gmail.com

***** 교신저자, 동서대학교 경영학부 교수, 051-320-1913, E-mail: rfctogether@gmail.com

I. 서 론

사토시 나카모토는 디지털 화폐인 비트코인을 통해 사용자가 금융 중개자의 개입 없이 P2P(Peer-to-Peer) 거래를 할 수 있는 금융결제 구조를 등장시켰다(Nakamoto, 2008; Choi and Shin, 2022). 이 시스템은 블록체인 기술로 데이터가 블록 단위로 저장되고, 체인 형태로 연결되어 있어 데이터의 변경 및 위변조가 불가능하다. 이러한 특성으로 블록체인은 금융 거래의 투명성과 보안성을 높이는 데 기여하고 있는데 특히, 블록체인의 스마트 컨트랙트(Smart Contract)는 사전에 정의된 조건이 충족되면 자동으로 거래가 실행되는 프로그램으로 이를 통해 중개자 없이도 거래가 가능하며, 보안성이 높고 자동화된 거래가 가능해지면서 디지털 자산인 토큰이 재산권과 소유권을 대표하면서 중개자 없이 발행 및 거래가 가능해지게 되었다.

한편, 전통 금융시장의 증권과 블록체인 기술이 결합한 STO는 분산원장 기술(Distributed Ledger Technology, 이하 DLT)을 활용해 자본시장법상 증권을 디지털화한 것이다(금융위원회, 2024). STO는 블록체인에 기록된 투자 상품의 디지털 표현으로 정의되며 투자자에게 배당금, 고정이자 지급, 소득 공유 지급과 같은 권리를 제공하며, 의결권도 부여되어 법적 규제를 받는 증권으로써 주식, 채권, 펀드 및 일부 파생 상품 등이 발행 대상이 될 수 있다(Lambert et al., 2022). 중앙 집중형 시스템 없이도 발행, 유통, 관리가 이루어질 수 있으며, 중개자 없이도 신뢰할 수 있는 거래를 가능하고, 실시간 거래를 지원하여 비용 절감과 효율성 증대를 기대할 수 있다.

우리나라는 2022년 4월 금융위원회가 비정형자산(부동산, 저작권 등)에서 조각투자가이드라인을 발표하여, 2023년 2월에는 ‘토큰 증권 발행·유통 규율체계 정비방안’을 발표하였다. 정부는 STO의 제도적 수용과 유통 체계의 정비를 통해 관련 산업의 발전을 도모하겠다는 의지를 밝혔지만 아직까지 STO 발행을 위한 실제적인 법제화(발행법안 6개 및 유통법안 4개)는 국회의 심사와 승인이 이루어지지 않아, 서울옥션블루, 카사코리아, 뮤직카우, 세종텔레콤 등의 사업자들은 규제 샌드박스를 통해 사업을 진행하고 있다.

그러나 해외에서는 비정형 자산이 아닌 전통자산을 이미 블록체인을 통해 토큰화하여 거래하고 있다. 미국, 캐나다, 일본의 Securitize, tzero, INX, ODX와 같은 증권토큰 대체거래소 플랫폼을 통해 전통자산(주식 및 채권) 및 비정형자산(부동산)을 토큰화하여 거래하고 있고, 일본에서는 금융상품거래법을 통해 주식, 회사채 및 부동산 등의 자산이 토큰증권으로 유통되고 있다(KCMI, 2021). 프랑스는 2021년 화폐금융법을 기반으로 유럽투자은행(EIB)이 이더리움 블록체인을 통해 1억 유로 규모의 채권을 채권토큰으로 발행한 사례가 있으며, 홍콩금융청 또한 DLT 기반으로 2023년 12월 그린본드 토큰 홍콩달러 800만불을 발행하였다.

이러한 사례들은 블록체인 기술에 기반하여 비정형자산 외에 전통금융 정형자산에서 DLT기술을 통해 증권토큰이 발행되고 있음을 보여주고 있는 실례이다.

우리나라는 한국예탁결제원에서 중앙집중화 전자등록 방식을 통해 채권을 발행하고 있다. 이는 전자증권법에 따른 것으로 전자등록 방식은 발행자가 채권을 발행하려면 증권사를 통해 예탁원에 등록하며, 거래소에 상장시켜 거래 및 관리가 이뤄지고 관련 정보가 보고된다. 이러한 중앙집중화 방식은 높은 안정성을 제공하지만, 중개자 개입으로 인해 비용이 발생하고, 발행과 보고 기간이 길어지는 단점이 있다. 그러나 DLT 기반에서 스마트 컨트랙트 기술을 이용하여 발행하면 컴플라이언스, 문서작업, 인증, 거래 등 업무를 STP(straight-through process; 일괄처리)화 함으로써 비용과 시간을 단축할 수 있다.

본 연구에서는 기존의 채권을 토큰화하여 얻을 수 있는 경제적 편익의 타당성 분석을 하고자 기존 채권의 전자증권 발행방식과 STO를 통한 발행방식 간의 발행비용을 비교 분석한다. 발행비용 절감 외에도 기간단축, 수탁비용 절감, 중개자 개입 제거, 투명성 및 보안성 제고, 투자자 접근성 및 편의성, 거래상대방 위험감소와 같은 경제성도 부가되어진다. 본연구를 통해 전통방식에 따른 채권이 아닌 DLT 채권토큰이 금융시장의 효율성을 높이고 발행자와 투자자에게 어떤 편익이 있는지를 확인함으로써 국내 자본시장의 DLT 인프라 구축의 필요성을 인식하는 계기가 될 것이다.

본 연구에서는 다양한 금융자산 중 채권의 토큰화를 분석 대상으로 선정하였다. 선도적으로 DLT 자본시장을 도입한 국가들은 정형자산인 채권토큰의 블록체인 기반 발행에 초점을 두고 있는데, 그 이유는 채권의 발행 과정이 타 금융자산과 대비해 사적이고 높은 중개화로 도입의 필요성이 높아 기술 구축에 타당성과 안정성이 높기 때문이다. 부산의 경우 특히 금융 중심지 내 공기기업인 주택금융공사, 자산관리공사, 부산항만공사, 해양진흥공사 등이 발행한 특수채 잔액은 약 182조 원(2023년 3월 1일 금융투자협회 채권정보센터, 특수채 발행잔액 기준)으로서 이는 부산금융중심지 육성을 위한 내생적 자산으로서 STO를 통해 발행이 가능할 경우 역내 관련 산업의 블록체인 기술생태계 조성 및 확산, 발행자의 자금조성 편의성, 그리고 글로벌 투자자 접근성 및 유동성 확대 등으로 인한 중심지 육성을 위한 경제적 효과가 있을 것으로 판단된다. 이는 추후 설립될 부산 디지털자산거래소의 상장 종목수를 확대시켜 시가총액의 증가 등 디지털 자산거래소의 경쟁력 평가에도 기여 할 것으로 판단된다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 제Ⅱ장에서는 전체적인 이론적 배경을 설명하고, 제Ⅲ장에서는 채권 토큰화를 통한 경제적 효율성을 서술한다. 제Ⅳ장에서는 채권 토큰화 발행비용을 실증적으로 분석하였으며, 마지막 제Ⅴ장은 연구의 결과를 요약한 후 활용방안과 기대효과를 서술하였다.

II. 채권토큰의 정의 및 내용

1. 우선적으로 토큰화가 될 자산: 채권

시장참가자들은 토큰화가 금융자산의 유동성을 높이는 데 동의하지만, 어떤 자산이 토큰화로서 높은 가치를 나타낼지에 대해서는 의견이 나누어져 있다. 투자자들은 개인자산의 토큰화 시장을 선호하는데, 가령, 소수 고액의 자금을 받아 금융사 및 기업의 지분주식 및 투자증권에 투자하여 기업개선을 통해 고수익 추구하는 Private Equity, 채권, 수익증권 펀드, 그리고 소장 가치가 높은 귀금속의 토큰화를 선호한다. 이들 중 장기적으로 낮은 유동성을 가지고 있고 높은 중개화와 사적 거래의 복잡성을 가진 채권에 대한 토큰화는 앞서 제기된 문제들을 해결할 수 있는 기술적 타당성과 안정성 구축에 유리하다. 이런 이유로 채권의 토큰화는 다른 자산들에 비해 토큰화 잠재성이 높은 시장 컨센서스를 지닌다.

채권은 채권 발행자가 채권 보유자에게 일정한 계약기간 동안 빚을 지는 만기 지급청구권이 표시된 채무증권으로서 발행자에 따라 국채, 특수채, 회사채, 지방채로 분류되며, 주기적인 이표 지급 혹은 만기일에 보유자에게 원금과 이표를 지불해야 한다. 특수채는 정부의 “공공기관 운영법”에 따른 설립법인인 공공기관이 특정 목적을 위해 발행하는 채권이다 (임병권 외, 2023). 공공기관의 재정적 필요나 특정 프로젝트 자금조달을 위해 발행되며, 정부가 채무를 보증하기 때문에 신용도가 높아 안정적인 투자처로 인식된다. 특수채는 시장에서 신뢰성을 가지고 거래되며, 투자자에게 비교적 낮은 리스크를 제공하는 자산으로서 주로 기관투자자(연기금, 보험사 등)가 주요 투자자로서 투자자 수가 제한적이고, 이들 연기금 기관투자자는 매도가능 증권으로 시가 평가하지만 만기 보유가 일반적이다.

2. 토큰 증권

2.1 토큰 증권의 정의

토큰 증권은 분산원장 기술(Distributed Ledger Technology)을 활용해 자본시장법상 증권을 디지털화한 것을 의미한다(금융위원회, 2024). 또한, 블록체인 기술을 활용하여 전통적인 금융 자산을 디지털 형태의 토큰으로 변환한 증권을 의미한다. 이는 자산을 디지털 토큰 형태로 나타내어 블록체인 네트워크에서 거래할 수 있도록 한 것이다.

토큰증권은 하이브리드(Hybrid) 토큰과 네이티브(Native) 토큰으로 구분되는데, 전자는 기발행된 실물 금융자산을 금융사(은행)에 수탁한 뒤 발행하는 반면, 후자는 실물자산 없이 블록체인 메인넷에서 증권을 직접 발행하는 것으로 전자는 유동화, 후자는 자금조달에 비중을 두고 있다. 뿐만 아니라 전자는 자산의 가치를 외부 수탁자산의 가치에서 보장받는

반면, 후자는 DLT기술 그 자체의 토큰에 의해서 가치를 인정받는다.

각국의 규제 당국은 토큰 증권을 디지털 자산으로 분류하며, 이를 전통적인 증권법에 따라 규제하고 있다(Perlebach and Collins, 2019; Kasprzak, 2019). 토큰 증권의 발행은 스마트 계약을 통해 이루어지며, 이는 자산의 소유권을 토큰으로 분할하여 디지털화하는 과정이다(Moosavi and Taherdoost, 2023; Park and Youm, 2024). 이 디지털 토큰은 블록체인 네트워크에서 거래되며, 기존의 종이 증권이나 전자 증권과는 달리 탈중앙화된 방식으로 관리된다. 이러한 특성으로 인해 토큰 증권은 거래의 투명성과 보안성을 높일 수 있으며, 중개자 없이 직접 거래가 가능하다.

금융위원회(2024)의 토큰증권 발행(STO) 가이드라인은 증권발행에 있어 증권(음식)별 특성에 맞는 새로운 발행수단(그릇)을 선택할 수 있도록 한 것으로, 비정형적 증권(저작권)의 소액 발행 및 조각투자자의 경우에는 증권사를 통한 중앙집중 전자증권(그릇)방식보다는 블록체인 분산원장(그릇)의 발행 형태가 적합하다고 보아 도입되었다. 하지만, 선진(영국, 홍콩, 프랑스 외) 자본시장의 혁신사례에서 보듯이 실제 정형자산(채권)에서 블록체인 분산원장기술이 우선적으로 도입되어 규제자들은 블록체인 기술에 친숙해지는 실험을 거쳐 자본시장법 제개정령을 완료하였다(UK Finance, 2023).

2.2 토큰 증권의 이점과 문제점

선행연구에서 나타난 토큰 증권의 이점 및 여전히 불확실한 문제점들은 <표 1>과 같다. Rodriguez(2023)와 Priem(2020)은 토큰 증권을 통해 기대할 수 있는 주요 이점을 유동성 증가, 분할 소유 가능, 비용 절감, 접근성 확대, 투명성 강화, 신속한 거래로 나타난 반면, Priem(2020)과 Carapella et al.(2023)은 토큰 증권의 문제점으로 규제 불확실성, 기술 복잡성, 시장 변동성을 제시하였다.

<표 1> 토큰증권의 이점과 문제점

이점		
항목	내용	연구자
유동성 증가	토큰 증권은 24/7 거래가 가능하며, 전통적 거래방식에 비해 유동성을 높일 수 있음	Rodriguez(2023), Priem(2020)
분할 소유가능	토큰화된 자산은 분할 소유가 가능하여, 고가의 자산에 투자할 수 있게 함	
비용 절감	중개인 없이 직접 거래가 가능하므로 거래 비용을 절감할 수 있음	
접근성 확대	지리적, 경제적 제한으로 인해 투자 기회가 제한되었던 투자자들이 접근할 수 있는 기회를 만듦	Rodriguez(2023)

이점		
항목	내용	연구자
투명성 강화	블록체인 기술의 특성상 모든 거래 내역이 투명하게 공개되며, 실시간으로 확인할 수 있음	Priem(2020)
신속한 거래	스마트 계약을 통해 거래가 자동으로 이루어지므로, 거래 속도가 빨라짐	
문제점		
항목	내용	연구자
규제 불확실성	토큰화된 증권에 대한 규제는 아직 초기 단계에 있으며, 각국의 규제 차이와 불확실성으로 인해 법적 안정성이 낮음	Priem(2020)
기술 복잡성	블록체인 기술과 스마트 계약을 이해하고 사용할 수 있는 기술적 능력이 요구됨	
시장 변동성	암호화폐 시장의 특성상 가격 변동성이 높아 투자자들에게 큰 리스크가 될 수 있음	Carapella et al.(2023)

2.3 토큰 증권의 규제 현황 관련 법

현재 각국의 규제 당국은 토큰증권 발행 및 관리를 위한 법적 체계를 <표 2>와 같이 제시하고 있다. 미국 증권거래위원회(SEC)는 토큰 증권을 기존 증권법에 따라 규제하며, 이를 통해 투자자 보호와 시장 안정성을 도모하고 있다. SEC는 ICO(Initial Coin Offering)와 STO를 구분하며, STO는 기존 증권법의 적용을 받도록 하고 있다. 독일은 증권거래법, 금융상품시장지침, 증권발행법, 자본투자법 등의 법적 프레임워크 마련을 통해 암호화 자산에 대한 명확한 규제를 제시하고 있으며 블록체인 기반 토큰을 증권으로 분류하고 있다. 스위스도 금융시장인프라법을 기반으로 디지털 증권의 발행 및 유통을 허용하고 있으며, 싱가포르 또한 관련 법에 따라 디지털 형태의 증권을 인정하고 규제하고 있다.

<표 2> 국가별 토큰증권 규제 현황

국가	토큰 증권 규제 현황	관련 법 및 규제
한국	토큰 증권 발행 및 유통에 대한 가이드라인을 제시하여 규제 체계 마련	금융투자서비스 및 자본시장법, 토큰증권 발행 및 유통 가이드라인
미국	증권으로 간주될 경우 SEC의 규제를 받으며, 하위 테스트(Howey Test)를 적용하여 판단	증권법(Securities Act of 1933), 증권거래법(Securities Exchange Act of 1934)
독일	블록체인 기반 토큰을 증권으로 분류하며, 암호화 자산 규제에 대한 법적 프레임워크 마련	금융상품시장 지침, 증권거래법, 증권발행법, 자본투자법
스위스	디지털증권의 발행 및 유통을 허용하며, 금융 시장 인프라 법과 스위스 의무법에 따라 규제	금융시장 인프라법
싱가포르	디지털 형태의 증권을 인정하고 규제하며, 증권선물법에 따라 규제	증권선물법(SFA), MAS의 디지털 결제 토큰 규제

3. 블록체인 네트워크

블록체인은 거래 데이터를 분산된 노드에 저장하여 보안성과 투명성을 높이는 기술로서 공적 블록체인, 사적(컨소시움) 블록체인으로 구분된다.

3.1 공적 블록체인

우선 비트코인 생태계는 2009년 사토시 나카모토라는 개발자가 탈중앙화된 디지털 통화로 중개자 없는 P2P 거래의 무결성과 투명성을 목표로 하였다(Kasprzak, 2019). 이후 디지털 통화인 비트코인은 디지털 금으로서 투기적 자산 혹은 자산 가치저장 수단으로서 취급되면서 2024년 기준 시가총액이 1조 달러에 이르렀다(Perlebach and Collins, 2019). 현재 비트코인 생태계는 전 세계적으로 수많은 참여자로 분산된 네트워크 참여자(노드)에 의해 만들어져 가고 있으며, 채굴 과정을 통해 새로운 비트코인이 발행되고 거래가 검증되고 있다.

다음으로 이더리움 생태계는 2015년 비탈릭 부테린이 주도하여 개발된 블록체인 플랫폼으로, 스마트 계약 기능을 통해 다양한 분산 애플리케이션(DApps)을 실행할 수 있다. 이더리움은 비트코인과 같은 결제 수단을 넘어서 다양한 블록체인 기반 서비스를 제공할 수 있는 플랫폼으로 발전하고 있다. 이더리움의 시가총액은 약 5,000억 달러로, 비트코인에 이어 두 번째로 큰 블록체인 생태계를 형성하고 있다. 특히 이더리움 2.0 업그레이드를 통해 기존 작업 증명(PoW)에서 지분 증명(PoS)으로 전환하여 에너지 효율성과 확장성을 높였다. 이더리움 생태계는 DeFi(탈중앙화 금융), NFT(대체 불가능 토큰) 등 다양한 분야에서 활발히 활용되고 있다.

비트코인은 최초의 공적 블록체인으로, 탈중앙화된 디지털 화폐 시스템을 구현하여 금융 혁신을 이끌었다면, 이더리움은 비트코인의 개념을 확장하여 스마트 계약 기능을 추가한 블록체인 플랫폼으로써 다양한 분산 애플리케이션(DApp) 개발을 가능하게 했다. 한편, 공적 블록체인은 높은 투명성과 보안성을 제공하지만, 거래 처리 속도가 느리고, 에너지 소모가 크다는 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 이더리움 2.0 등 다양한 기술이 개발되고 있다.

3.2 컨소시움 블록체인

컨소시움 블록체인은 특정 그룹이나 조직에 의해 관리되는 네트워크로, 참여자가 제한되어 있는 것으로 대표적으로 하이퍼레저, 솔라나, 코르다 등이 있다. 컨소시움 블록체인이 공적 블록체인과 달리 갖는 주요 특징은 <표 3>과 같다.

<표 3> 컨소시움 블록체인의 주요 특징

특성	내용	선행연구
폐쇄성	허가된 사용자만 거래에 참여가능, 공적 블록체인 보다 높은 수준의 프라이버시	Dong et al.(2023), Chen et al.(2024)
효율성	빠른 거래 처리 속도와 확장성을 통해 효율적 운영가능	Levis et al.(2021) Dong et al.(2023)
보안성	합의 메커니즘을 사용하여 높은 보안성 유지	Levis et al.(2021), Chen et al.(2024)

컨소시움 블록체인 네트워크들의 장단점<표 4>은 첫째, 하이퍼레저는 리눅스 재단이 주도하는 오픈소스 블록체인 프로젝트로, 기업용 블록체인 솔루션이다(Belotti et al., 2019). 둘째, 코르다는 주로 금융기관 간의 거래를 위해 설계된 블록체인 플랫폼으로, 높은 거래 처리 속도와 보안성을 제공한다(Kasprzak, 2019). 다음으로 솔라나는 높은 거래 처리 속도와 낮은 비용으로 주목받고 있는 블록체인 플랫폼으로, 다양한 분산 애플리케이션(DApp)과 금융 서비스에 활용되고 있다(Moosavi and Taherdoost, 2023). 이러한 컨소시움 블록체인은 공적 블록체인에 비해 거래 속도가 빠르고, 운영 비용이 낮아 기업 환경에서 주로 사용된다(Khan et al., 2021). 특히 금융기관, 정부기관 등에서 널리 활용되고 있으며, 기업 간의 협업을 촉진하고 효율성을 극대화하는 데 기여하고 있다(Park and Youm, 2024).

<표 4> 컨소시움 블록체인 네트워크들의 장단점

Network	장점	단점
Hyperledger Fabric	모듈화 및 플러그가 가능한 구조로 네트워크 확장 용이 프라이버시와 기밀성 보장 다양한 합의 메커니즘 지원	확장될수록 복잡성 발생 제한된 네트워크 참여
Hyperledger Besu	이더리움 생태계와의 호환성 효율적인 합의 메커니즘 설정 가능	Fabric에 비해 다양한 언어 지원 부족 낮은 대중성으로 서비스 호환 우려
R3 Corda	트랜잭션 프라이버시 Corda 네트워크에서 업계간 협업 용이	한정된 적용 범위 (주로 금융) 설계 철학 네트워크 참여 제한

컨소시움 블록체인은 공적 블록체인의 투명성과 탈중앙화의 장점, 사적 블록체인의 보안성과 효율성을 절충한 형태로 볼 수 있다(Moosavi and Taherdoost, 2023). 이는 주로 여러 기업이나 기관이 공동으로 네트워크를 운영할 때 사용되며, 예를 들어 금융 거래, 공급망 관리, 헬스케어 데이터 공유 등 다양한 분야에서 활용될 수 있다(Park and Youm, 2024). 이러한 네트워크는 참여자 간의 신뢰를 높이고, 거래의 투명성과 보안성을 보장한다

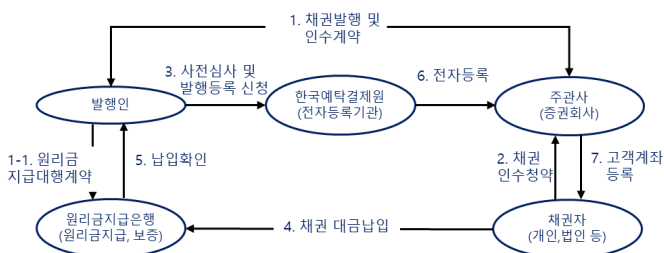
(Xiao et al., 2019).

블록체인 네트워크의 선택은 토큰 증권 발행의 목적과 요구 사항에 따라 달라질 수 있다. 공적 블록체인은 높은 투명성과 탈중앙화를 제공하지만, 거래 속도와 비용 측면에서 단점이 있다(Moosavi and Taherdoost, 2023). 반면, 사적 블록체인과 컨소시엄 블록체인은 거래 속도와 비용 측면에서 효율적이지만, 탈중앙화와 개방성에서는 제한적이다(Xiao et al., 2019). 따라서, 토큰 증권 발행 시 발행자들은 이러한 특성을 고려하여 적합한 블록체인 네트워크를 선택하는 것이 필요(Park and Youm, 2024) 하지만, 채권토큰의 경우 현재 발행자나 투자자들 모두 투명성, 보안성, 그리고 거래속도와 확장성 측면에서 컨소시엄 블록체인으로 발행하는 것을 선호하는 것이 일반적이다. 한편, 투자자들이 소수가 아닌 다수인 경우 사적 블록체인으로 발행한 이후 투자자들의 투자내역 보고 및 신속한 거래를 위해 고객계좌를 보유한 수탁사들은 미러링(Mirroring) 기술을 이용해 유통 및 매매를 처리한다.¹⁾

정리하면 현재 네이티브 채권토큰 발행은 홍콩 그린본드, EIB 채권에서처럼 사적 컨소시엄 블록체인으로 발행하되 매매 및 유통은 수탁사들이 미러링 기술을 활용하여 투자자들이 신속하게 모바일 등을 통해 투자내역 및 매매를 실행할 수 있는 환경을 제공하고 있으며, 하이브리드(RWA 채권)의 경우에는 공적 블록체인 발행과 매매 거래를 유도하고 있다.

4. 블록체인을 통한 증권의 발행 과정

2024년 6월 기준 우리나라의 채권은 [그림 1]에 서 보듯이 한국예탁결제원에서 제공하는 채권 전자등록 프로세스를 통해 발행되고 있다(한국예탁결제원, 2024).



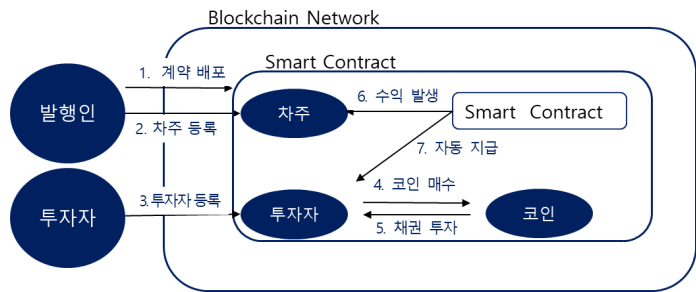
[그림 1] 현행 채권 전자증권 발행 프로세스(한국예탁결제원, 2024, 재구성)

1) 미러링(Mirroring 혹은 Casting)기술은 특정 데이터 A를 B와 C에 실시간 같은 내용을 보내는 것으로 특정 데이터 A를 가진 B를 C에서 동일한 상태를 이루게 하는 복제 혹은 양방향 동시 출력 기술이다. 가령, 스마트폰에 표시되는 내용을 다른 장치의 화면(Cast Screen)에 그대로 보여주도록 하는 디지털 디스플레이 네트워크 기술이다.

먼저, 발행인은 주권사와 채권 발행 및 인수계약을 체결한다. 이는 주권사가 발행된 채권을 일정 금액에 인수하여 채권자에게 판매하기 위함이다. 이어서 발행인은 원리금 지급은행과 원리금 지급대행계약을 체결한다. 이 계약은 채권 만기 시 원리금을 지급하는 절차를 설정하여 원리금 지급을 보증하는 역할을 한다.

다음으로, 주권사는 투자자로부터 채권 인수청약을 접수한다. 이는 투자자(채권자)가 채권을 구매하기 위해 주권사를 통해 청약을 제출하는 과정이다. 발행인은 한국예탁결제원에 사전심사 및 발행등록을 신청한다. 이 단계에서는 채권이 정식으로 발행되기 전에 관련 서류와 정보가 정확한지 한국예탁결제원이 검토한다. 이후, 채권자는 납입은행으로 통해 채권 대금을 납입한다. 이는 채권자가 채권을 구매한 금액을 지정된 은행 계좌로 송금하여 발행인에게 금액을 지급하기 위한 과정이다. 납입은행은 발행인에게 채권 대금이 납입되었음을 확인하고 통보한다. 이는 투자자들이 납입한 대금이 정확하게 처리되었음을 발행인에게 알리는 절차이다. 다음으로 한국예탁결제원은 채권을 전자 등록하여 발행된 채권이 전산 시스템에 공식적으로 기록한다. 마지막으로, 주권사는 투자자의 고객계좌에 채권을 등록한다. 이는 투자자가 구매한 채권이 해당 투자자의 계좌에 정상적으로 반영되는 단계이다. 이 모든 과정을 통해 채권이 전자적으로 등록되면서 발행인과 투자자 간의 채권 발행, 교환, 매입(투자)가 완결된다.

반면, 블록체인 분산원장에서의 채권 발행 및 거래는 스마트 컨트랙트를 통해 자동화되고 투명하게 이루어진다(Khan et al., 2022). 트랜잭션(Transaction)은 블록체인 네트워크에서 이루어지는 데이터 교환 또는 거래를 의미하는데, 채권 발행 및 거래를 위한 트랜잭션은 [그림 2]와 같은 순서로 진행된다.



[그림 2] 채권의 STO 발행 프로세스

우선, 사전에 설정한 스마트 컨트랙트를 블록체인 네트워크에 배포한다. 이후 자산의 발행 주체인 발행인을 차주로 블록체인 네트워크에 등록한다. 이 과정에서 차주의 디지털 지갑 주소가 등록된다. 다음으로, 투자자의 디지털 지갑 주소와 투자자의 정보가 블록체인

네트워크에 기록된다. 투자자는 자신의 디지털 지갑을 통해 블록체인 네트워크에서 활동하며, 이를 통해 채권을 구매하거나 소유할 수 있게 된다. 다음으로 투자자는 자신의 디지털 지갑에 자금을 충전한 후, 해당 자금을 사용하여 채권을 매수한다. 이 과정에서 투자자의 코인은 채권으로 변환되어 블록체인에 기록된다. 채권 투자가 완료되면, 스마트 계약을 통해 투자자의 채권 소유가 블록체인에 자동으로 등록된다. 이와 함께 투자자가 소유한 코인의 정보도 블록체인에 기록된다. 이어 등록된 계약에 따라 투자자는 일정 기간마다 수익이 발생하며 스마트 계약에 의해 자동으로 수익이 계산되고 지급된다. 수익은 블록체인 네트워크를 통해 투명하게 처리되며, 투자자의 디지털 지갑으로 직접 지급된다.

블록체인 상에서 처리되는 수익은 투자 금액에 따라 각 투자자에게 비례하여 수익을 분배하는 방식으로 이루어진다. 모든 거래와 지급은 블록체인 네트워크에 기록되어 높은 투명성과 보안을 보장한다. 이와 같은 프로세스를 통해 블록체인 네트워크는 채권 거래의 모든 단계를 자동화하고, 중개자의 개입 없이 신뢰할 수 있는 거래 환경을 제공한다. 덧붙여 스마트 컨트랙트를 통해 작성되는 트랜잭션의 종류와 내용은 아래 <표 5>와 같다.

<표 5> 채권 STO 발행 프로세스의 트랜잭션 내용

트랜잭션	내용
계약 배포	사전에 설정한 스마트 컨트랙트를 블록체인 네트워크에 배포
차주 등록	차주의 이더리움 주소 등록
투자자 등록	신규 투자자 등록, 투자자의 이더리움 주소와 투자자 이름, 기록 보유코인과 채권을 0으로 초기화시킴
코인 매수	투자자의 현금토큰 매수 등록
채권 매수	투자자가 현금토큰으로 채권투자 실행 기록
수익 발생	차주의 기간 이자 지급
자동 지급	스마트계약 보유자는 차주에게서 받은 금액을 투자자에게 자동지급, 최소 투자 금액에 따라 투자자 수 결정

Ⅲ. 채권토큰의 편익

1. 기간단축

전자등록 방식의 전통 채권을 블록체인 분산원장에서 채권 토큰으로 발행할 경우 모집 청약, 배분, 발행, 청산, 그리고 결제 단계에서의 시간을 대폭 단축할 수 있다. 기존 전통적인 채권 발행에서는 수요 예측 및 투자 확약, 가격 결정, 발행, 청산, 결제 등 여러 단계에서 오프라인 작업이 필요하여 상당한 시간이 소요된다. 그러나 스마트 계약을 통해 여러 단계에서 파편적으로 실행되는 프로세스를 STP 자동화를 통해 적기에 업무를 실현할 수 있다(김홍배, 2023).

또한, 전통적인 채권 발행기간은 최대 30일에서 최소 7일 정도가 소요되지만, 채권 토큰은 T+1 로서 기간을 최소 7일에서 최대 30일까지 단축할 수 있다(BIS, 2021). 이는 스마트 계약 기술 통해 단일 플랫폼에서 자동화된 과정으로 시장 정보를 즉시 반영하여 신속하게 투자자 모집, 청약, 배분, 발행 및 결제가 가능하기 때문이다.

2. 중개자 개입 제거

채권토큰은 중앙예탁원(CSD), 수탁자(Custody), 거래소 등 중개자의 개입을 줄여 오류와 기간 지연을 최소화할 수 있다. 전통 채권 발행에서는 여러 중개자가 관여하여 인적 오류가 발생할 수 있고, 중개 과정에서 기간 지연이 발생할 수 있다. 반면, 블록체인 기술을 이용하면 스마트 계약을 통해 자동으로 발행, 청산, 결제 과정이 이루어지므로 중개자의 개입이 필요하지 않다(Mansoor et al., 2023; Chaleenutthawut et al., 2021, Westerkamp et al., 2023, Hong Kong Institute for Monetary and Financial Research, 2023).

또한, 전통 채권 발행일 경우 분리된 채널에서 발행, 결제, 지급 및 상환 업무를 수행하여 지연이 일어날 수 있는데, 국내 증권결제를 담당하고 있는 증권예탁원의 경우 채권은 차감후 인도와 대금결제(DVP1) 방식을, 장내주식의 경우 미결제 건은 다음 결제일로 이월하여 차차감후 결제하는 방식(CNS), 장외주식은 증권 총량, 대금은 차감결제(DVP2) 방식을 채택하고 있다. 그러나, 블록체인 네트워크상에서는 증권대금 동시결제(Delivery versus Payment, DvP) 및 실시간 총액 결제(Real Time Gross Settlement, RTGS)를 통해 동일 DLT 플랫폼에서 거래 수행이 가능하여 결제 지연 및 거래 상대방 위험을 제거할 수 있다.

3. 투명성 제고(사기 및 위조 위험방지)

블록체인 기술을 이용한 채권토큰은 모든 거래를 분산 원장에 기록하여 높은 투명성과 보안성을 제공한다. 블록체인은 모든 참여자가 동일한 데이터를 공유하고, 거래 내역이 변경 불가능하게 기록되므로, 사기 및 위조 위험을 크게 줄일 수 있다(김홍배, 2022; Namasudra et al., 2020; Lesavre et al., 2020; Xu et al., 2021). 또한, 거래 데이터는 암호화되어 비허가 접근이 불가능하며, 참가자 간 실시간으로 투명하고 일관된 정보를 제공한다(Fujimoto and Omote, 2022; Loreti et al., 2023). 이러한 특성은 투자자와 발행자 모두에게 높은 신뢰를 제공할 수 있다.

4. 투자자 접근성 및 유동성 확대

채권토큰은 투자자 접근성을 높이고 유동성을 확대시킬 수 있다. 블록체인 플랫폼을 통해 투자자는 발행자, 채권 내용, 시장 정보에 쉽게 접근할 수 있으며, 24시간 거래가

가능하다(Toutonghi and Makkes, 2023). 또한, 블록체인 기술을 적용하여 투자자의 요구에 맞춤형된 상품을 제공할 수 있다. 예를 들어, 투자자의 위험 선호 정도에 따른 상품 다각화 등의 시도를 통해 투자 접근성을 향상시킬 수 있다는 것이다(이정민 · 이민혁, 2023).

덧붙여, 조각 투자를 통해 소액으로도 채권에 투자할 수 있어 유동성이 확대되고 개인 투자자들의 접근성이 향상된다(Hong Kong Institute for Monetary and Financial Research, 2023; Gupta et al., 2020). 이는 특히 소액 투자자들에게 유리하며, 디지털 플랫폼을 통해 거래가 간편해진다는 점에서 큰 장점을 가지고 있다(Katten, 2021).

5. 거래상대방 위험 감소

채권 토큰화는 거래 상대방의 위험을 감소시킬 수 있다. 전통적인 금융 시스템에서는 거래 상대방의 신용 위험이 크지만, 블록체인 기반에서의 지급결제 방식은 DvP 및 RTGS를 통해 이러한 위험을 줄일 수 있다(Davydov and Yanovich, 2020; Chaleenutthawut et al., 2021, Kharitonova, 2021). 블록체인 플랫폼은 증권과 대금을 동일한 플랫폼에서 실시간으로 교환함으로써 결제 지연 및 위험을 감소시키며, 담보 요건을 완화할 수 있다(Hong Kong Institute for Monetary and Financial Research, 2023). 완화된 담보요건은 제약된 영업 자본을 감소시켜 영업에 활용함으로써 보유자산의 효율성을 높일 수 있다.

6. 수탁 비용 절감

채권토큰화를 통해 채권 발행 과정에서의 수탁 비용을 절감할 수 있다. 전통적인 채권 수탁 과정에서는 다양한 수탁 수수료와 관리 비용이 발생하지만, 블록체인 기술을 활용하면 이러한 비용을 크게 줄일 수 있다(Davydov and Yanovich, 2020; Ante, 2021). 블록체인 기술은 모든 거래와 자산 관리를 자동화하고, 분산 원장에 실시간으로 기록하여 수탁자의 역할을 최소화할 수 있으며, 이는 수탁자가 수행해야 하는 중개 역할과 관련된 비용을 줄인다(Lesavre et al., 2020). 독일 핀텍 수탁회사인 Cash Link and Finoa(2020)는 고객과 투자자 측면에서 수탁 및 자산관리 분야(Custody and Asset Servicing)에 최소 33%에서 최대 64%의 절감효과가 있다고 보고하고 있다.

반면, 채권토큰의 유통시장(Secondary)은 미러링(Mirroring)기술과 같은 기존 디지털 네트워크 기술로 인해 유통단계에서는 절감효과는 낮아 17%에서 50% 정도의 절감효과가 있는 것으로 보고하고 있다.

7. 발행 비용 절감

채권 토큰화를 통해서 전통적인 채권 발행 방식에 비해 발행 비용을 절감할 수 있다.

첫째, Khan et al.(2022)의 연구는 채권 토큰화를 통한 발행비용 절감의 대표적 선행연구이다. 그들은 이슬람 전통채권인 Sukuk를 대상으로 채권토큰과 전통채권 간 발행비용을 비교분석하였다. 특히 그들은 공적 블록체인을 활용한 채권 발행과 사적&컨소시움 블록체인의 채권 발행 방식의 수수료를 비교하였다. 발행규모는 USD 5억 불로 설정하였으며, 블록체인 상에서 발생하는 6가지의 트랜잭션 수수료와 추가 평가 비용을 합산하여 총 수수료 비용을 계산하였다. 전통채권 발행, 공적 블록체인을 이용한 채권발행, 그리고 사적/컨소시움 블록체인을 이용한 채권 발행간의 비용을 각각 비교하면 <표 6>과 같다. 전통적 발행 방식에 비해 공적 블록체인 발행 방식은 60.62%의 절감 효과를 보였으며, 사적 블록체인의 발행 방식은 64.57%의 절감 효과가 기대되었다.

<표 6> 발행 방식별 수수료 비교

발행형태	총비용 (수수료 및 비용 + 발행가격)	수수료 및 비용
전통방식	\$7,165,532 (143.11bp)	\$5,755,532 (115.11bp)
공적 블록체인	\$3,676,316 (74.33bp)	\$2,266,316 (45.33bp)
컨소시움 블록체인	\$3,443,734 (69.07bp)	\$2,033,734 (40.78bp)

Khan et al.(2022)의 연구 외에도 다수의 블록체인을 통한 발행 비용 절감 사례가 존재하며 이를 <표 7>에 제시하였다. HSBC and SDFA(2019)는 홍콩에서 발행된 Green Bond 사례에서 89%의 비용 절감 효과를 보여주었으며, Entoro Capital(2019), Pitchbook(2019)은 사모증권에서 39%의 비용 절감이 나타났다고 보고하고 있다. 독일 핀텍 스타트업사인 Cash Link and Finoa(2020)는 전통적 방식에 비해 14%에서 68% 정도의 총비용 절감을 보고하고 있으며, B2B2C 발행 모델에서 설문조사 결과 59%의 비용 절감을 보고하고 있다. Lambert et al.(2022)는 글로벌 증권을 대상으로 증권토큰이 IPO 대비 비용을 50% 이상 절감하고, 발행 기간을 평균 0.45년 단축하였다고 제시하였다.

<표 7> 블록체인 분산원장기반 증권 발행비용 절감사례

선행 연구	전통채권 대비 절감	발행자산	비고
HSBC and SDFA(2019)	사적 89%절감	Green Bond	홍콩
Entoro Capital(2019)	사적 39%절감	사모증권	미국
Cash Link and Finoa(2020)	총비용 14-68% 절감	채권, 주식, 부동산	독일토큰증권
Cash Link and Finoa(2020)	발행 비용 59% 절감	채권	Case연구 B2B2C
Lambert et al.(2022)	IPO 대비 50%이상 절감	주식	Global증권

IV. 채권토큰화 발행비용 실증분석

1. 방법론

실제 특수채 발행에 대해 전통적인 방식과 블록체인 방식의 발행 비용을 비교하기 위해 한국주택금융공사의 최근 특수채 발행 사례를 기준으로 삼아 각 방식의 발행 비용을 비교분석한다.

1.1 부산금융중심지 역내 공기업의 특수채 규모

2023년 3월 1일 기준 부산광역시 소재 공기업이 발행한 특수채 잔액은 약 181조 7,200억이며 이 중 한국주택금융공사의 특수채 잔액은 171조 2,548억으로 대다수를 차지하고 있다(금융투자협회 채권정보센터, 채권종목별 발행정보, 2023). 한국주택금융공사는 DART를 통해 채권유동화에 대한 공시를 보도하고 있으며, 공시를 통해 발행 과정에서 발생하는 비용을 파악할 수 있다. 각 발행 과정의 수수료 항목은 자산실사수수료, 신용평가수수료, 인수수수료, 상장수수료, 전자입찰대행수수료, 발행등록수수료와 상기 수수료 항목의 합계로 구성되어 있으며, 수수료 금액은 수수료 항목의 합계만 공개하고 있다. 본 연구에서는 한국예탁결제원 발행 가이드라인, 시중은행 증권대행 수수료 공시 자료, 한국거래소 상장 수수료 공시 자료와 공기업 A사의 특수채 발행 사례를 통해 각 발행 과정의 수수료 비용을 추정하였다.

1.2 전통방식과 STO 방식 발행비용 산출

본 연구에서는 Khan et al.(2022)의 방법론에 따라 채권 발행 절차를 참고하여 블록체인 방식의 채권발행 비용을 계산하고, 전통방식의 발행 비용은 DART 공시 자료를 기초로 추산한다. 덧붙여 공적 블록체인과 컨소시엄 블록체인 발행 방식을 구분하여 각각의 발행비용을 산출한다.

1.2.1 공적 블록체인

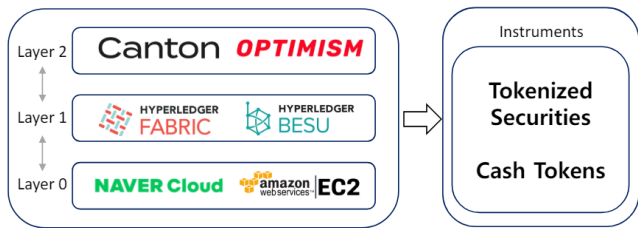
우선, 대표적 공적 블록체인인 이더리움 메인넷의 생태계에서 채권 발행비용을 산출하였다. 실제 블록체인 네트워크상 스마트 컨트랙트를 구현하기 위해서는 코딩 및 스마트 컨트랙트 구현이 필요하다. 이더리움이 채택하는 Solidity 언어를 통해 이더리움 메인넷의 스마트 컨트랙트와 트랜잭션을 구현하였고, Solidity를 실행하기 위한 플랫폼은 Remix IDE를 사용하였다. 또한 Metamask를 통해 가상지갑을 구현하여 Remix IDE에 연동하고 Ganache를 통해 이더리움 생태계의 테스트넷을 구현하였다.

정리하면 Solidity, Remix IDE를 통해 스마트 컨트랙트 환경을 구현하여 계약배포,

차주등록, 투자자 등록, 코인 매수, 채권 투자, 수익 발행, 자동지급(트랜잭션)을 구현하여 각 과정에서 발생하는 수수료를 파악하였다. 다음으로 발생한 트랜잭션 수수료는 실제 이더리움의 가격에 따라 변동하기 때문에, 실제 가상화폐 거래소에서 산정되는 이더리움 가격을 적용하여 실제 트랜잭션 비용을 추산한다. 스마트 컨트랙트 구현 시점과 이더리움 가격은 2024년 5월 1일을 기준으로 하며 이더리움 가격은 국내에서 가장 활발한 가상화폐 거래소인 업비트(Upbit)의 이더리움 가격을 적용하였다.

1.2.2 컨소시엄 블록체인

발행사와 투자자간의 블록체인 네트워크를 구축하여 형성한 컨소시엄 블록체인을 통한 채권토큰 발행비용을 산출하기 위해 컨소시엄 블록체인 네트워크는 크게 3개의 Layer로 구성하였으며, 각 Layer의 구성은 [그림 3]과 같으며 주요 내용은 다음과 같다.



[그림 3] 컨소시엄 블록체인에서의 채권 발행을 위한 Layer 아키텍처
(Hong Kong Institute for Monetary and Financial Research, 2023.8)

첫째, Layer 0은 각 지역의 중심으로서 노드(Node)와 서버 컴퓨팅 리소스를 제공하는 층으로 Amazon Web Service, Naver Cloud Platform과 같은 클라우드 서비스가 이 Layer에 해당한다. Layer 0은 블록체인 네트워크의 기반 인프라를 제공하며, 안정적인 데이터 저장과 빠른 네트워크 속도를 보장한다.

둘째, Layer 1은 Layer 0 위에서 네트워크를 형성하는 플랫폼 층으로, Hyperledger Fabric, Hyperledger Besu, R3 Corda와 같은 블록체인 플랫폼이 여기에 속한다. 이 Layer에서는 블록체인 네트워크의 프로토콜을 설정하고, 거래의 기록 및 검증이 이루어진다. 이는 네트워크의 안전성과 투명성을 보장하며, 스마트 계약과 같은 기능을 지원한다.

셋째, Layer 2는 개인정보 보호 등 추가적인 보안 조치를 제공하는 Layer로, Canton과 Optimism이 이 Layer에 해당한다. Layer 2는 Layer 1에서 이루어지는 거래와 데이터에 추가적인 보안 조치를 제공하여 더욱 안전한 거래 환경을 조성한다. 특히 민감한 정보의 보호와 규제 준수를 위한 기능이 포함되며, 이는 금융 기관이나 정부 기관과 같은 높은

수준의 보안이 요구되는 경우에 사용된다. 본 연구에서는 사적 블록체인을 구성하기 위한 필수적인 Layer 0, Layer 1을 통해 컨소시엄 블록체인을 구성하며, 다수의 블록체인 서비스 플랫폼을 후보에 두어 채권 발행비용을 산출한다. 따라서 본 연구에서는 <표 8>과 같이 클라우드 및 블록체인 서비스 플랫폼 후보군을 구성하였으며, 채권 발행에 적합한 플랫폼을 선정하여 최종적인 비용을 산출하였다.

<표 8> 클라우드 및 블록체인 서비스 플랫폼들

Layer	Platform
0	Amazon Web Service, Naver Cloud Platform
1	IBM, Naver, Oracle, Azure Amazon

2. 연구결과

2.1 전통방식

한국주택금융공사가 DART 보고한 2023년 12월 12일에 등록 및 신고한 채권유동화 사례를 선정하였다. 해당 특수채의 발행규모와 총수수료 비용은 아래 <표 9>와 같다.

<표 9> 한국주택금융공사 MBS(2023. 12)

항목	금액
총 발행 규모	694,100,000,000
총 수수료 비용	71,616,300
발행규모 - 수수료 차감	694,028,383,700
수수료 비율	1.03bp
세부 수수료 항목	
인수수료	
발행등록수수료	
전자입찰 대행수수료	-
상장수수료	
자산실사 수수료	
신용평가 수수료	
총 수수료 비용	71,616,300

<표 9>에서 보듯이 총 모집 금액은 6,941억 원으로 이중 발행 비용은 71,616,300원으로 수수료는 발행 금액 대비 1.03bp이다. 발행비용 세부 내역은 자산실사수수료, 신용평가수수료, 인수수료, 상장수수료, 전자입찰 대행수수료, 발행등록수수료 구성되어 있다. 한편, 본

사례의 DART 보고에서는 각 수수료의 세부적인 금액은 공개하지 않기에 본 연구에서는 한국거래소, 한국예탁결제원, 시중은행의 공시 수수료는 <표 10>과 같다.

<표 10> 세부 발행 수수료 추정 금액

수수료 구분	금액(원)	구분	출처
자산실사 수수료	52,416,300	-	-
신용평가 수수료		-	-
인수 수수료	10,000,000	-	공기업 A사 발행 비용참고
상장 수수료	1,700,000	상장금액 5,000억 원 이상	한국거래소 상장수수료
전자입찰 대행 수수료	7,000,000	자본금 100억 원 이상	시중은행 증권대행수수료
발행등록 수수료	500,000	공사채 100억 원 초과	KSD 발행 가이드라인

상장 수수료, 전자입찰대행 수수료, 발행등록 수수료는 각 기관별로 공시된 수수료 체계가 존재하며, 인수수수료는 공기업 A사의 유사사례에서 참고하였다. 자산실사 수수료와 신용평가 수수료의 합은 집계된 71,616,300원에서 인수 수수료, 상장 수수료, 전자입찰 대행 수수료, 발행등록 수수료를 차감하여 추정하였다.

한편, 자산실사와 신용평가는 오프체인에서 일어남으로 해당 수수료는 발행과 상관없이 채권의 건전성과 신뢰성에 대한 평가 비용이다. 따라서 공적 블록체인과 컨소시엄 블록체인을 이용한 발행 수수료에서 인수 수수료, 상장 수수료, 전자입찰 대행 수수료, 발행등록 수수료는 블록체인 발행 과정에서 대체되지만, 자산실사 수수료와 신용평가 수수료는 온체인이 아닌 오프체인에서 발생함으로 반드시 지급해야 할 비용이다.²⁾

하지만 발행 후 발생하는 신용사건(credit event)로 인한 신용등급(credit quality) 변화, 그리고 국가별 이질적 과세체계의 한계는 인공지능(AI) 기술을 통해 블록체인과 데이터를 연결해 해결하는 것으로 Khan et al.(2022)은 보고하고 있다.³⁾ 요약하면 현재 기술적 수준을 고려하면 발행채권의 만기가 장기보다는 단기 채권에서 DLT 발행을 추진하는 것이 바람직하다.

2) 채권평가 수수료는 결산일 총자산 기준으로 기본수수료+발행수수료+정기평가수수료로 구성된다. 기본수수료+발행수수료의 건당 최고한도는 5천만 원이며, 발행주체별(기업, 금융회사, 공기업)로 동일 기업의 연간 평가수수료의 최고한도는 각각 다른데 본 연구 공기업의 연간 평가수수료의 건당 최고한도는 3천만 원, 연간 최고는 9천만 원이다

3) OECD 보고서(2020)에 의하면 ISDA는 장외 파생시장에서 사건 발생시에 이를 기술적으로 자동 해결할 기술적 표준을 개발하고 있는 것으로 보고하고 있다.

2.2 공적 블록체인

본 연구에서는 3년 만기의 특수채를 대상으로 Solidity를 통해 스마트 컨트랙트를 구현하였다. 스마트 컨트랙트 구현 과정에서 가상계좌 구현은 Metamask를 연동하였으며, Ganache를 이용해 Test Net을 구현하였다. Ganache를 통한 테스트넷에서 발생하는 트랜잭션 수수료는 실제 이더리움 Main Net과 상이하기 때문에 실제 Main Net의 수수료를 적용하여 정확한 트랜잭션 수수료를 산출해야한다. 따라서, 실제 이더리움 생태계의 가스비를 적용하기 위해 Ethereum Gas Station의 가스 수수료를 적용하였으며, 2024년 5월 1일 자의 기본 수수료는 8gwei, 우선 수수료는 1.5gwei로 트랜잭션 수수료를 계산하였다.

Main Net에서 발생하는 Gas fee를 적용하여 각 트랜잭션에서 발행하는 최소 투자자의 수수료는 다음과 같다. 계약 배포는 스마트 컨트랙트를 블록체인 네트워크에 배포하는 과정이며 최초 1회만 발생한다. 차주 등록은 채권자 1명을 가정한다. 투자자 등록, 코인 매수, 채권 투자, 자동 지급은 투자자의 수만큼 선형적으로 증가하며, 수익 발생은 투자자수에 관계없이 이자가 발생하는 시점에서만 발생한다. 본 연구에서는 만기마다 지급하는 3년채이므로 총 6번의 수익 발생 트랜잭션이 발생한다. <표 11>은 Main Net에서 각 트랜잭션 별로 발생하는 수수료를 산출한 결과이다.

<표 11> 각 트랜잭션에서 발생하는 수수료 항목 및 비용

항목	*(배수)	이더리움 수수료	원화 환산
계약 배포	* 1 (계약 배포 1회)	0.012578599	52,654
차주 등록	* 1 (차주 1명)	0.000412471	1,726
투자자등록(1명)	* 1 (투자자 수)	0.001523439	6,377
코인매수(최소단위)	* 1 (투자자 당 1회 매수)	0.002112582	8,843
채권투자(전액)	* 1 (투자자 당 채권 투자 전환)	0.001615095	6,760
수익발생(반기별)	* 2 * 3 (3년동안반기씩)	0.002897139	12,127
자동지급(1회)	* 2 * 3 (투자자 당 3년동안반기씩)	0.009542769	39,946

이를 통해, 최종적으로 공적 블록체인을 통해 발생한 수수료는 <표 12>와 같다. 특수채의 경우 2-3개 기관투자자들이 인수함으로 공적 블록체인의 투자자 수가 3명임을 가정하면, 트랜잭션 수수료와 추가 평가 비용을 합산한 총 수수료 비용은 52,668,585원이며 이는 총 발행규모 대비 0.758bp에 해당한다.

<표 12> 공적 블록체인 발행 수수료 항목 및 비용(투자자 3명)

항목		원화 환산(2024-05-01)(원)
총 발행 규모		694,100,000,000
총 수수료 비용		52,668,585
발행규모 - 수수료 차감		694,047,331,415
수수료 비율		0.758bp
세부 수수료 항목		
Total Transaction Fee	계약 배포	52,654
	차주 등록	1,726
	투자자등록	19,131
	코인매수	26,529
	채권투자	20,280
	수익발생	12,127
	자동지급	119,838
추가 평가비용	신용평가수수료	52,416,300
	자산실사수수료	
총 수수료 비용		52,668,585

2.3 컨소시엄 블록체인

컨소시엄 블록체인에서의 특수채 발행 비용을 계산하기 위해서는 Layer 0, Layer 1 플랫폼을 선정하고, 평가 비용을 합산하여 총 수수료 비용을 계산한다. Node Hosting 지역은 서울로 설정하며, 특수채 만기를 고려하여 기간은 3년, 노드의 개수는 블록체인 네트워크를 구현하는 Node 1기기, 투자자끼리의 채권 거래를 구현하는 Node 1기기, 총 Node 2기기를 가정한다.

Layer 0에 해당하는 후보의 비용과 장점을 <표 13>에 표기하였으며 Layer 0의 클라우드 서비스는 향후 노드 추가를 통한 물리적 서비스 범위 확장이 용이한 점, Naver Cloud Platform과 비교하여 비용·효율적인 점을 고려하여 Amazon Web Service를 Layer 0 플랫폼으로 선정하였다.

<표 13> Layer 0 Cloud Platform의 비용과 장점

Cloud Computing Service	Cost	Pros
AWS	\$2,007.8	- 다양한 서비스 지원 - 글로벌 사용 및 호환 용이 - 비용 효율적
Naver Cloud PLATFORM	5,093,280(원)	- 간편한 설정 및 확장 용이 - 비용 효율적

Layer 1 선정 과정에 포함된 플랫폼을 <표 14>에 제시하였으며 Hyperledger Fabric 서비스 중, 타 플랫폼 대비 설정 및 확장이 용이한 점, 국내 빅테크 기업이라는 특성상 운용 및 소통이 용이한 점, 서비스 안정성이 있는 플랫폼 중 비용·효율적이라는 점을 고려하여 Naver를 선정하였다.

<표 14> Layer 1 Hyperledger Fabric Platform의 비용과 장점

Hyperledger Fabric	Cost	Pros
IBM	\$7,621.2	-데이터 불변성 -강력한 보안 기능
Naver	3,153,600(원)	-설정 및 확장 용이 -비용 효율적
Oracle - Enterprise	\$11,303.0	-신속한 설정 -강력한 보안
Azure	\$8,961.5	-빠른 배포 지원
Amazon	\$15,768	-설정 용이성 -보안 네트워킹 효율적

Layer 0을 Amazon Web Service, Layer 1을 Naver를 설정하여 산출된 비용은 <표 15>와 같다.

<표 15> 컨소시엄 블록체인 기반 특수채 발행비용

항목		원화 환산(원)
총 발행 규모		694,100,000,000
총 수수료 비용		58,180,040
발행규모 - 수수료 차감		694,041,819,960
수수료 비율		0.838bp
세부 수수료 항목	원화 환산(원)	비고
Total Transaction Fee	계약 배포	0
	차주 등록	0
	투자자등록	0
	코인매수	0
	채권투자	0
	수익발생	0
	자동지급	0
	Node Website Hosting	1,305,070
Hosting Fee	Blockchain Node Seoul	1,305,070
	Naver Blockchain	3,153,600
추가	신용평가수수료	클라우드 및 노드호스팅 비용
평가 비용	자산실사수수료	
총 수수료 비용		58,180,040

컨소시엄 블록체인에서는 트랜잭션 수수료를 관리자가 임의 설정할 수 있기에 본 연구에서는 최소 트랜잭션 수수료인 0으로 설정하였다. 이어 Website Hosting과 Blockchain Node는 Amazon Web Service를 통해 각 1,305,070원이 산출되었으며, Naver Blockchain은 3,153,600원으로 산출되었다. 추가 평가 비용에 속하는 신용평가 수수료와 자산실사 수수료는 전통 발행방식, 공적 블록체인 발행방식과 동일하게 52,416,300원으로 설정한다. 최종적으로 계산되는 수수료 비용은 58,180,040원이며 이는 총 발행 규모 대비 0.838bp에 해당한다.

만약 공적 기관이 채권 발행을 위한 내부적 블록체인(internal blockchain) 인프라 구축을 진행하여 지속적인 노드 호스팅과 블록체인 네트워크 기반 시설이 구축되어 무료로 그 네트워크 망을 사용할 수 있다면, Node Hosting Fee가 발생하지 않기에 수수료는 추가 평가 비용만 존재하게 되며 총 수수료 비용은 52,416,300원이다. 이는 총 발행 규모 대비 0.755bp이다. 해당 내부적 블록체인을 이용하여 산출된 비용은 <표 16>과 같다.

<표 16> 노드 호스팅 컨소시엄 블록체인 기반 특수채 발행비용

항목		원화 환산(원)	
총 발행 규모		694,100,000,000	
총 수수료 비용		52,416,300	
발행규모 - 수수료 차감		694,047,583,700	
수수료 비율		0.755bp	
세부 수수료 항목		원화 환산(원)	비고
Total Transaction Fee	계약 배포	0	클라우드 및 노드 호스팅 비
	차주 등록	0	
	투자자등록	0	
	코인매수	0	
	채권투자	0	
	수익발생	0	
	자동지급	0	
Node Hosting Fee	Website Hosting	0	클라우드 및 노드 호스팅 비
	Blockchain Node Seoul	0	
	Naver Blockchain	0	
추가 평가 비용	신용평가수수료	52,416,300	
	자산실사수수료		
총 수수료 비용		52,416,300	

3. 강건성 분석

지금까지 블록체인 기반의 발행비용이 전통방식에 비해 아주 높은 경제성을 보장해주지

않았다. 따라서 본 연구는 강건성(robust) 확보를 위해 동사의 또 다른 DART 공시자료에서는 수수료율이 훨씬 큰 발행건이 있는 것을 확인하였다. 2024년 1월 1조(9,849억) 발행시 (KHFCMB20245-1) 발행시 5.32bp 수수료가 발생한 사례이다. 2가지 DART 공시기준의 발행비용인 ①1.03bp와 ② 5.32bp 대비 채권토큰 발행시 0.75bp(Internal BlockChain Case)의 비용이 산출되어 min 0.28bp(28%) - max 4.57bp(89%)의 경제적 효익이 나타났다.

또한 본 연구는 추가 강건성 검증을 위해 전라도 소재 A 공기업의 특수채 Straight Bond 발행 내부 자료를 제공받아 추가 분석한 결과, 동일금액 A특수채의 전통방식 발행비용은 1.9bp로서 1.15bp(60%)의 절감효과가 나타났다.

4. 발행방식 간 비용 비교

한국주택금융공사 DART 공시자료에서 수수료가 낮은 발행 건을 기준으로 전통적 채권 발행 방식, 공적 블록체인 채권 발행 방식, 컨소시움 블록체인 채권 발행 방식간 비용에 대한 최종 비교는 <표 17>과 같다.

<표 17> 발행 방식별 수수료 비교

발행 방식	수수료	수수료율	절감 비율
전통 발행 방식	71,616,300원	1.037bp	-
Tokenization on public Ethereum (투자자 3명)	52,668,585원	0.758bp	26.45 %
Tokenization on consortium blockchain	58,180,040원	0.838bp	18.76 %
Tokenization on internal blockchain	52,416,300원	0.755bp	26.80 %

동일한 발행 규모를 가정하였을 때, 전통적 발행 채권 방식이 가장 큰 수수료율을 보이고 있으며, 공적 블록체인의 채권 발행 수수료율은 전통 발행 방식과 대비해 0.28bp 포인트의 편익을 기대할 수 있으며, 컨소시움 블록체인은 0.20bp 포인트, 노드호스팅이 된 컨소시움 블록체인은 0.29bp 포인트의 수수료 절감을 기대할 수 있다. 이는 전통 발행 방식 대비 공적 블록체인은 26.45%, 사적 블록체인은 최저 18.76%에서 최대 26.80%의 비용절감 효과가 나타났다.⁴⁾

4) 본 연구의 실증사례로 증권사의 인수수료가 1bp에 불과한 주택금융공사채를 대상으로 하였다. 한편, 증권사 2023년 테이블 기준 회사채(21.2bp), 외화채(23bp)의 수수료를 고려하면 발행비용 절감액은 96.0%에서 96.7%까지 절감 효과가 나타난다. 한편 국내 공기업 B사 특수채 발행비용 내부자료의 수수료(1.9bp)를 고려하면 공적 및 사적 블록체인에서 50%에서 60%까지 인수수수료 절감효과가 있다. 이를 확대하여 회사채 및 외화채 거액인 경우, 그리고 차환발행이 많은 채권인 경우 발행 횟수와 금액이 커짐에 따라 DLT에서의 발행수요는 증가할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 채권 발행 과정에서 블록체인 기술을 도입함으로써 얻을 수 있는 경제적 이점에 대한 편익을 실증 분석하기 위해 전통적인 전자증권방식과 블록체인 분산원장(DLT) 기반의 채권발행 간 비용효율성을 비교 검토하였다. 연구 결과, 블록체인 발행 방식은 전통적인 방식에 비해 발행 비용을 크게 절감할 수 있음을 확인하였다. 전통 방식의 발행 비용은 1.037bp였으나, 공적 블록체인을 활용한 경우 0.758bp, 컨소시엄 블록체인의 경우 0.838bp, 내부 블록체인을 활용한 경우 0.755bp로 절감되었으며 이는 26.45%, 18.76%, 26.80%의 비용절감 효과가 나타났다.

특히, 반복적인 채권 발행(단기채, 차환발행, 매출채권 기업어음 등)이 활발할 때 이러한 비용 절감 효과는 더욱 크게 다가올 것이다. 블록체인 기술을 활용하면 초기 설정 비용 이후에는 추가적인 발행비용이 감소하기 때문에, 거액 채권을 지속적으로 발행하는 경우 비용 효율성이 더욱 두드러질 수 있다.

재무적 편익 외에도 블록체인 기술을 활용하면 모든 트랜잭션이 블록체인에 기록되어 투명한 투자 기록 보관과 추적이 가능하며, 디지털 자산 관리 플랫폼을 통해 발행자는 리스크를 실시간으로 모니터링하고 관리할 수 있다. 또한, 스마트 컨트랙트를 이용하여 발행 과정에서 관련된 프로세스를 자동화하고 간소화할 수 있어 효율성을 높일 수 있다. 이러한 결과는 블록체인 기술이 채권 발행 및 관리 과정에서 높은 효율성과 자동화를 제공하며, 중개자의 개입을 최소화할 수 있다.

이미 DLT 자본시장을 선진적으로 도입한 국가들은 이에 대한 증권법을 법제화하여 증권거래소(디지털거래소)와 금융기관들이 블록체인 분산원장 기술을 적극적으로 도입하여 다양한 채권을 발행하고 있다. 이를 통해 자본시장의 비용 효율성, 신속성, 투명성을 향상시키고 있다.

한편, 본 연구는 특정 사례를 중심으로 한 비용 분석에 초점을 맞추었으며, 다양한 블록체인 플랫폼 및 기술적 변수에 따른 비용 변동을 충분히 반영하지 못한 한계가 있다. 가령, 발행에 필요한 기본 기능은 코딩되었으나, 신원확인, 잔액 요구사항, 법정화폐에서 암호화폐로의 전환, 보안 및 개인정보 보호 조치 등은 고려되지 않았다. 실제 가이드라인이 명시되지 않아 향후 법령에 따라 변동이 예상되며, 이더리움의 가스비와 가격에 따라 비용이 변동될 가능성도 있다. 또한, 채권 발행 관련 연간수수료 등 추가로 들어가는 수수료에 대해서는 반영하지 못했다. 이상의 한계가 채권토큰 발행 재무타당성을 희석시키지 않기 위해 본연구는 강건성 검정의 사례(A기업과 다른 발행건)에 나타난 높은 발행비용과 비교하지 않고 가장 보수적인 조건과 비교하였다.

향후 연구에서는 다양한 블록체인 플랫폼을 비교하고, 법적 규제 및 제도적 요인을 포함한

종합적인 분석이 필요하다. 또한, 블록체인 기술의 보안성과 안정성을 강화하기 위한 기술적 연구와 함께, 실무 적용 시 발생할 수 있는 문제점들에 대한 해결 방안도 모색할 필요가 있다. 사적 컨소시엄 블록체인의 경우, Layer 0, Layer 1 운영 기업과의 협의에 따라 비용이 변동될 수 있으며, 규제 준수를 위한 내부 시스템과 프로세스 개발에 연구가 요구된다. 다양한 블록체인 플랫폼 간 기술적 호환성 문제도 연구할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 구본우 (2021), “신자유주의 시대 미국 재산권 제도와 그 위기: 자산유동화증권 시장의 재산관계를 중심으로,” 경제와 사회, 제130호, 284-346.
- 고민석 · 김재희 (2021), “블록체인 기반 대고객 बैं킹 서비스에 대한 우선순위 도출,” 한국IT서비스학회지, 제20권, 87-101.
- 금융위원회 보도자료(2024), 「토큰 증권(Security Token) 발행 · 유통 규율체계 정비방안 - 자본시장법 규율 내에서 STO를 허용하겠습니다」, 2월 6일
- 김홍배 (2022), “증권형 토큰의 편익과 발전방향,” 금융공학연구, 제21권 제4호, 169-192.
- 김홍배 (2023), “부동산 토큰시장의 발전과 과제,” 금융공학연구, 제22권 제4호, 105-125.
- 이정민 · 이민혁 (2023), “CMTO: 디지털 자산 시대의 부동산 토큰 증권 활성화 방안 연구,” 한국IT서비스학회지, 제22권 제4호, 81-95.
- 임병권 · 김형근 · 오주한 (2023), “MBS 발행금리 스프레드 결정요인,” 금융공학연구, 제22권 제1호, 49-80.
- 하나은행 보도자료 (2024), 「증권대행수수료」.
- 한국거래소 공시자료 (2024), 「상장수수료 및 연부과금」.
- 한국기업평가 공시자료 (2024), 「평가수수료」.
- 한국예탁결제원 공시자료 (2024), 「발행시장지원」.
- 한국주택금융공사 DART 공시자료 (2023), 「채권유동화 계획의 변경등록신청서」.
- KCMI (2021), 일본의 증권토큰발행(STO) 현황과 시사점.
- Ante, L. (2021), “Blockchain-based tokens as financing instruments: capital market access for SMEs?,” In *Fostering innovation and competitiveness with FinTech, RegTech, and SupTech* (pp. 129-141), IGI Global.
- Belotti, M., N. Božić, G. Pujolle, and S. Secci (2019), “A vademecum on blockchain technologies: When, which, and how,” *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(4), 3796-3838.
- BIS (2021), *A prototype for green bond tokenisation by Digital Asset and GFT*, Hong Kong Monetary Authority.
- Carapella, Francesca, Grace Chuan, Jacob Gerszten, Chelsea Hunter, and Nathan Swem (2023), *Tokenization: Overview and Financial Stability Implications*, Finance and Economics Discussion Series.
- Chaleenutthawut, Y., V. Davydov, A. Kuzmin, and Y. Yanovich (2021), “Practical

- Blockchain-Based Financial Assets Tokenization,” In *Proceedings of the 2021 4th International Conference on Blockchain Technology and Applications*.
- Chen, X., S. He, L. Sun, Y. Zheng, and C. Q. Wu (2024), “A Survey of Consortium Blockchain and Its Applications,” *Cryptography*, 8(2), 12.
- Cashlink (2020), *Cost Disruption in the Issuance Market*, Cashlink.
- Choi, S. and J. Shin (2022), “Bitcoin: An inflation hedge but not a safe haven,” *Finance Research Letters*, 46, 102379.
- Davydov, V. and Y. Yanovich (2020), “Financial Instruments Generation via Tokenization into Commodity,” In *2020 2nd Conference on Blockchain Research & Applications for Innovative Networks and Services (BRAINS)*, 25–29
- Dong, S., K. Abbas, M. Li, and J. Kamruzzaman (2023), “Blockchain technology and application: an overview,” *PeerJ Computer Science*, 9, e1705.
- Entoro Capital (2019), *Cost Benefits of Tokenization vs. Traditional Private Placement* (updated for 2019) By Entoro and Globex, PitchBook
- Fujimoto, S. and K. Omote (2022), “Proposal of a smart contract-based security token management system,” In *2022 IEEE International Conference on Blockchain (Blockchain)* (pp. 419–426).
- Gupta, A., J. Rathod, D. Patel, J. Bothra, S. Shanbhag, and T. Bhalerao (2020), “Tokenization of real estate using blockchain technology,” In *Applied Cryptography and Network Security Workshops: ACNS 2020 Satellite Workshops, AIBlock, AIHWS, AIoTS, Cloud S&P, SCI, SecMT, and SiMLA, Rome, Italy, October 19–22, 2020, Proceedings 18* (pp. 77–90), Springer International Publishing.
- Hong Kong Institute for Monetary and Financial Research (HKIMR) (2023), *An Assessment on the Benefits of Bond Tokenisation*, SSRN.
- HSBC/SDFA (2019), *Blockchain-gateway-for-sustainability-linked-bonds*, HSBC.
- Kasprzak, P. (2021), “Blockchain to the rescue—tokenization of residential real estate in the emerging token economy,” In *Digitalization, Digital Transformation and Sustainability in the Global Economy: Risks and Opportunities* (pp. 21–35), Springer International Publishing.
- Katten, G. (2021), “Issuing Green Bonds on the Algorand Blockchain,” arXiv preprint arXiv:2108.10344.
- Khan, D., L. T. Jung, and M. A. Hashmani (2021), “Systematic Literature Review of Challenges in Blockchain Scalability,” *Applied Sciences*, 11(20), 9372.

- Khan, N., B. Kchouri, N. A. Yattoo, Z. Kräussl, A. Patel, and R. State (2022), "Tokenization of sukuk: Ethereum case study," *Global Finance Journal*, 51, 100539.
- Lambert, T., D. Liebau, and P. Roosenboom (2022), "Security token offerings," *Small Business Economics*, 59, 299–325.
- Lesavre, L., P. Varin, and D. Yaga (2020), "Blockchain networks: Token design and management overview," NIST Internal or Interagency Report (NISTIR) 8301 (Withdrawn), National Institute of Standards and Technology.
- Levis, D., F. Fontana, and E. Ughetto (2021), "A look into the future of blockchain technology," *Plos one*, 16(11), e0258995.
- Loreti, P., L. Bracciale, E. Raso, G. Bianchi, E. Sanseverino, and P. Gallo (2023), "Privacy and Transparency in Blockchain-Based Smart Grid Operations," *IEEE Access*, 11, 120666–120679.
- Mansoor, N., K. Antora, P. Deb, T. Arman, A. Manaf, and M. Zareei (2023), "A Review of Blockchain Approaches for KYC," *IEEE Access*, 11, 121013–121042.
- Moosavi, N. and H. Taherdoost (2023), "Blockchain Technology Application in Security: A Systematic Review," *Blockchains*, 1(2), 58–72.
- OECD(2020), The Tokenisation of Assets and Potential Implications for Financial Markets.
- Namasudra, S., G. Deka, P. Johri, M. Hosseinpour, and A. Gandoni (2020), "The Revolution of Blockchain: State-of-the-Art and Research Challenges," *Archives of Computational Methods in Engineering*, 28, 1497–1515.
- Nakamoto, S. (2008), "Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system."
- Park, K. and H.-Y. Youm (2024), "Proposal of a Service Model for Blockchain-Based Security Tokens," *Big Data and Cognitive Computing*, 8(3), 30.
- Perlebach, D. and J. Collins (2019), Blockchain and Tokenized Securities: The Potential for Green Finance, Asian Development Bank Institute.
- Priem, R. (2020), "Distributed ledger technology for securities clearing and settlement: benefits, risks, and regulatory implications," *Financial Innovation*, 6(1), 11.
- Rodríguez Garnica, G. (2023), *Tokenized assets and securities*, Emerald Publishing.
- Toutonghi, M. and M. Makkes (2023), "Funding Large Projects with a Blockchain Based Automated Fractional Reserve Currency," In *2023 IEEE International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures (DAPPS)* (pp. 86–93).
- UK Finance (2023), Unlocking the power of securities tokenization.
- Westerkamp, M. and A. Küpper (2023), "Instant Function Calls Using Synchronized

- Cross-Blockchain Smart Contracts,” *IEEE Transactions on Network and Service Management*, 20, 2136–2150.
- Xiao, Y., N. Zhang, W. Lou, and Y. T. Hou (2019), “A Survey of Distributed Consensus Protocols for Blockchain Networks,” ArXiv Preprint, arXiv:1904.04098.
- Xu, P., J. Lee, J. Barth, and R. Richey (2021), “Blockchain as supply chain technology: considering transparency and security,” *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 51,

Abstract

Comparisons of the Issuance Cost of Bond Tokens Compared to Traditional Bonds*

*Minhyuk Lee** , Keonwoo Lee*** , Dahoon Jeong**** , and Hongbae Kim******

Blockchain could solve some significant challenges from issuing bond, such as illiquidity, lumpiness, multilateral intermediaries, inefficiencies, etc. We conducted a case study on government agency bond issued by Korean Housing-Finance Corporation(KHFC) for tokenization on Ethereum and coded a basic smart contract.

Our performed cost-benefit analysis of bond tokenization indicates that tokenization itself, leveraging on blockchain, incurs significantly less expenses when compared to conventional issuance. Furthermore, our more detailed analysis shows that KHFC bond issuance on the public Ethereum blockchain incurs a less or equal cost to tokenization on a consortium/internal Ethereum blockchain platform.

The results are, however, dependent on the implementation characteristics and assumptions based on the particular application domain, such as the choice of the number of nodes, bond tenor, number of investors and other similar factors. As an important contribution, this paper provides a step-wise, systematic approach to assess and to analyze fundamental elements of commercial feasibility of bond tokenization. Technological advancements would result in more cost reductions in their employment. Therefore, hybrid arrangements and regulations which take into account the existing regulations and legacy systems should be integrated with blockchain to develop novel structuring methodologies for security tokenization

Key words: Public, Private Blockchain, Distributed Ledger Technology, Smart Contract, Tokenized Security, Bond Token, Security Token Offering

* This work was supported by “Busan International Finance Center” Research Fund of 2023.
** First Author, Assistant Professor, Department of Business Administration, Pusan National University, 82-51-510-3594. E-mail: minhyuk.lee@pusan.ac.kr
*** Co-Author, Master’s Student, Department of Business Administration, Pusan National University, +82-51-510-2566. E-mail: 4513jkd@naver.com
**** Co-Author, Master’s Student, Department of Business Administration, Pusan National University, +82-51-510-3594. E-mail: wjdegns980@gmail.com
***** Corresponding Author, Professor, Department of Global Business, Dongseo University, +82-51-320-1913, E-mail: rfctogether@dongseo.ac.kr