

## OPINION

선임연구위원  
김갑래

## 분산원장기술 기반 아토믹 결제의 개념 및 시사점\*

지난 10월 25일 토큰증권의 발행·유통을 위한 입법안이 제22대 국회에 발의되었다. 토큰증권 패키지 법안은 단순히 조각투자를 토큰증권화하여 장외거래플랫폼에서 유통시키는 것을 넘어, 향후 실물자산 토큰화시장으로 대규모 성장이 예상되는 RWA시장을 위한 인프라 법안으로서 의의가 있다. 혁신금융서비스로 지정된 한국은행의 wCBDC와 예금토큰 프로젝트가 입법화되고, 가상자산 제2단계 입법을 통해 스테이블코인이 제도화되면 지급수단의 토큰화 시대가 열릴 수 있다. 토큰화된 RWA와 토큰화된 지급수단이 탈중앙화되고 탈중개인화된 분산원장기술(DLT) 기반의 네트워크에서 거래되는 경우, 블록체인의 혁신성과 효율성이 극대화될 것이다. 이러한 RWA의 양도와 토큰화된 지급수단의 결제를 동시이행하게 하는 방식이 아토믹 결제(atomic settlement)이다.

DLT 기반 아토믹 결제는 매우 혁신적인 효용이 있지만, 제도적·기술적 한계를 극복하기에는 상당한 기간이 소요될 것으로 예상된다. 그러나 DLT 기반 아토믹 결제시스템이 국가 간 공조 및 경쟁의 과정 속에서 이미 구축되어 가고 있다는 점에서, 국내 제도화를 너무 늦추는 경우 글로벌 디지털 자산시장 경쟁에서 뒤처질 수 있다. 국내 디지털자산 전문가들의 다양한 자문을 바탕으로 정부는 싱가포르의 Ubin 프로젝트와 같은 장기적이고 체계적인 디지털자산 생태계 육성 전략을 수립할 필요가 있다. 이러한 종합적 전략을 통해 실시간 아토믹 결제 방식이 활성화되고 블록체인의 혁신성이 극대화된다면, 우리 경제에 강력한 성장동력으로 자리 잡을 것으로 기대된다.

### 서언

지난 10월 25일 토큰증권의 발행·유통을 위한 입법안이 제22대 국회에 발의되었다. 해당 입법안 패키지는 분산원장에 권리추정력을 부여하는 내용 등의 전자증권법 개정안과 투자계약증권의 유통을 가능하게 하는 내용 등의 자본시장법 개정안으로 구성되어 있다.<sup>1)</sup> 토큰증권 패키지 법안은 단순히 조각투자를 토큰증권화하여 장외거래플랫폼에서 유통시키는 것을 넘어, 향후 실물자산(Real-World Asset)의 토큰화시장으로 대규모 성장이 예상되는 RWA시장<sup>2)</sup>을 위한 인프라 법안으로서 의의가 있다.

\* 본고의 견해와 주장은 필자 개인의 것이며, 자본시장연구원의 공식적인 견해가 아님을 밝힙니다.

- 1) 전자증권법 개정안, 2024. 10. 25, 김재섭의원 대표발의, 의안번호 2204921; 자본시장법 개정안, 2024. 10. 25, 김재섭의원 대표발의, 의안번호 2204919.  
토큰증권 패키지 법안은 제21대 국회에서도 발의되었으나, 여야의 큰 이견이 없었음에도 제21대 국회 종료와 함께 자동폐기되었다.
- 2) RWA시장에 관해서는, 맹주희, 2024, RWA(Real-World Assets) 시장의 현황 및 시사점, 자본시장연구원 『자본시장포커스』 2024-2호 참조

지난 10월 30일 혁신금융서비스로 지정된 한국은행의 wCBDC(Wholesale Central Bank Digital Currency)와 예금토큰 프로젝트가 입법화되고, 가상자산 제2단계 입법을 통해 스테이블코인이 제도화되면 지급수단의 토큰화 시대가 열릴 수 있다. 토큰화된 RWA와 토큰화된 지급수단이 탈중앙화되고 탈중개인화된 분산원장기술(Distributed Ledger Technology: DLT) 기반의 네트워크에서 거래되는 경우, 블록체인의 혁신성과 효율성이 극대화될 수 있다. 이때 RWA의 양도와 토큰화된 지급수단을 통한 결제를 동시이행(Delivery v. Payment: DvP)하게 하는 결제방식이 아토믹 결제(atomic settlement)이다. 본고에서는 아토믹 결제의 개념과 구조를 설명하고, 그 효용 및 제약 요인을 분석하며, 글로벌 활용 사례를 살펴본 후, 국내 시사점을 도출하고자 한다.

### 아토믹 결제의 개념과 구조

아토믹 결제란 중개기관의 역할을 최소화하며 하나의 거래에서 자산 이전과 대가 지급이 동시에 이루어지는 결제방식이다.<sup>3)</sup> 아토믹이란 더 이상 나눌 수 없는 원자 단위를 의미하는데, 특정 거래가 일부만 이행되는 경우가 없이 완전히 이루어지거나 전혀 이루어지지 않는 방식이다. 일정 규모 이상의 불특정 다수 당사자 간 거래에 있어, 거래의 안전성과 당사자의 신뢰를 보호하기 위해 권리이전과 자금결제(DvP) 또는 통화간결제(PvP)는 동시이행되는 것이 바람직하다. DvP 또는 PvP 동시이행은 결제불이행 위험을 최소화하고 거래의 법적 안정성과 결제의 완결성(settlement finality)을 극대화할 수 있다.

자산과 증권(이하 '자산등')의 거래시장에서 자산등과 대금의 동시이행은 실시간 총액으로 결제되는 방식 즉 RTGS(Real-Time Gross System)가 이상적이다. 그러나 현재의 금융인프라와 중개기관을 통해 거래가 이루어지는 권리이전계좌와 대금지급계좌가 이원화된 결제시스템에서 RTGS를 효율적으로 구현하기는 쉽지 않다. RTGS 방식은 각 거래마다 자금이 즉시 결제되기 때문에, 시스템적으로 많은 유동성이 필요하며 거래처리에 상당한 부담이 발생한다. 이러한 이유로 증권거래소, 예탁결제원(전자등록기관), 증권사(회원사)로 구성된 국내 장내 증권거래시스템은 거래소를 중앙거래당사자(Central Counter Party: CCP)로 정하여 청산 및 결제 보증을 하게 하고 매매거래일(T)로부터 2거래일(T+2) 결제제도를 두고 있다.

만약 권리이전계좌와 대금지급계좌가 하나의 자동화된 시스템으로 연계되어 있다면 RTGS 기반의 DvP 동시이행이 효과적으로 이루어질 수 있다. 이러한 권리이전계좌와 대금지급계좌의 통합시스템은 스마트계약(smart contract)<sup>4)</sup>이 활용 가능한 DLT 기반 결제시스템에서 매우 효율적으로 구현될 수

3) Forbes, 2022. 12. 21, The future of cross-border payments in Asia is atomic 참조

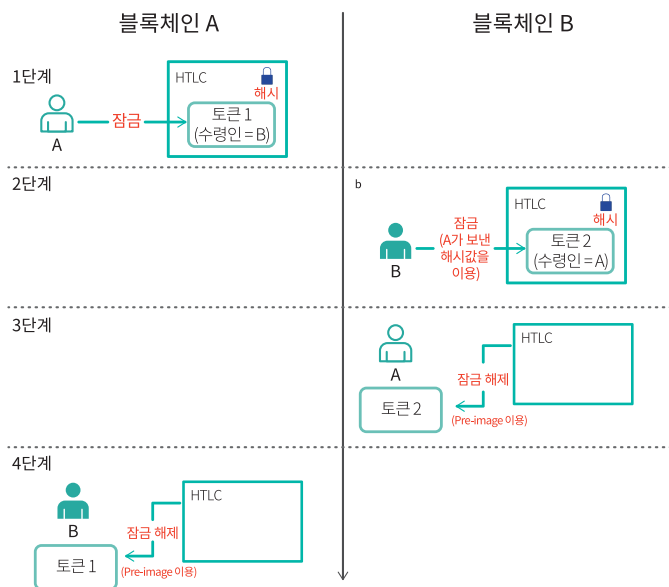
4) "스마트계약은 특정 조건을 자동으로 실행하는 하드웨어에서 실행될 수 있는 컴퓨터 프로그램이다. Nick Szabo는 (스마트 계약을) 재판기의 예를 들어 설명한다." Buterin, V., 2022, *Proof of Stake: The Making of Ethereum and the Philosophy of Blockchains*, p.38

있다. 대금지급계좌가 DLT 결제시스템에 통합된다는 것은 스테이블코인, CBDC 등이 블록체인 네트워크에서 지급수단으로 사용되는 것을 의미한다.

DLT 기반 아토믹 결제시스템은 단일 블록체인 네트워크 및 복수 블록체인 네트워크 모두에서 실현 가능하다. 단일 블록체인 네트워크에서 아토믹 결제는 해당 네트워크의 합의 알고리즘(consensus algorithm)<sup>5)</sup>에 의해 이루어진다. 복수 블록체인 네트워크에서 아토믹 결제는 다른 체인과의 상호작용을 포함하는 크로스체인(cross-chain) 결제이어야 하기 때문에, HTLC(Hash Time-Locked Contract)와 같은 스마트계약이 필요하다.

HTLC는 해시 잠금(hash lock)과 시간 잠금(time lock) 기능을 바탕으로 공신력 있는 중개기관이 없이도 동시이행을 담보할 수 있다. A와 B 간의 양도 거래에 있어 A가 원본 데이터인 pre-image의 해시(hash)값을 생성하여 해당 해시값으로 B에게 줄 토큰1을 잠금처리한다. HTLC를 통해 B는 해당 해시값을 알 수 있고, B 역시 해당 해시값으로 A에게 줄 토큰2를 잠금처리한다. A는 pre-image를 이용하여 잠금을 해제한 후 토큰2를 수령한다. 이로 인해 B 역시 pre-image를 알게 되어 잠금을 해제한 후 토큰1을 수령한다. 이러한 과정에서 HTLC의 시간 잠금 기능에 따라 거래 당사자가 일정 기간 응답하지 않는 경우 개별 당사자는 자신이 보낸 토큰을 반환받을 수 있다. 결국 HTLC는 공신력 있는 결제 지시자 없이도 거래 및 결제의 안정성을 높일 수 있다.

〈그림 1〉 HTLC를 활용한 아토믹 결제 절차



자료: Grano<sup>6)</sup>, KCMi

5) 합의 알고리즘이란 분산원장의 무결성과 신뢰성을 보호하기 위해 여러 노드(node)가 하나의 일관된 데이터 상태에 합의하도록 돕는 알고리즘을 의미한다. 합의 알고리즘에 관한 구체적 이해를 위해서는, Dedeoglu, V., etc., 2020, *Advanced Applications of Blockchain Technology*, pp.62-66

6) Huw Grano, 2023. 1. 21, Exploring HTLCs in solidity.

## DLT 기반 아토믹 결제의 효용 및 제약 요인

DLT 기반 아토믹 결제시스템이 구현되는 경우, 중앙은행의 증권결제망, 예탁결제원의 결제지시, 증권사 등 중개기관의 역할이 배제되거나 줄어들게 되어 거래비용 절감의 효과가 있다.<sup>7)</sup> 또한 탈중개인화로 인해 결제기관과 중개기관의 역할이 최소화된 상태에서 권리이전과 대금지급이 이루어지기 때문에 RTGS 결제가 이루어지기 쉽다. RTGS 결제는 거래의 신속성과 투명성을 높이고 결제의 안전성과 완결성을 제고시킨다.

DLT 기반 아토믹 결제시스템은 암호화 기술을 사용하기 때문에 거래의 보안 수준도 높다. 해당 결제시스템에서 권리 이전 관련 데이터가 신속하게 처리되고 분석되어 자산 보유가 즉각적으로 확인되기 때문에, 불법 무차입 공매도의 문제가 발생하지 않는다. 또한 신속하고 완결성 있는 권리의 이전에 따라, 금융기관의 유동성 관리가 보다 효율적으로 이루어질 수 있다. 최근 DLT 기반 아토믹 결제시스템을 이용하여 고품질 유동성 자산인 HQLAs(High Quality Liquid Assets)의 소유권 이전을 용이하게 하여 자산 유동성을 높이는 사업 모델이 확산되고 있다. 예를 들어, HQLAx라는 회사는 DLT 결제시스템을 이용하여 신속하고 투명한 증권대차거래를 구현함으로써 금융회사의 자산 유동성을 증가시킨다.

위에서 언급한 효용에 비추어, DLT 기반 아토믹 결제는 전통적 지급결제 금융인프라를 점진적으로 대체할 수 있다. 그러나 제도적 한계와 기술적 문제로 인해 대체 속도는 제한적일 수 있다. 제도적 측면에서, DLT 기반 아토믹 결제가 금융시장인프라(Financial Market Infrastructure: FMI)로 자리 잡기 위해서는 제도화가 선행되어야 한다. 오늘날 증권매매시스템이나 청산결제시스템이 법제화되어 있는 것처럼, 아토믹 결제를 위해서는 분산원장 계좌대체에 대한 법적 효력의 부여, 토큰화된 결제수단(스테이블코인 등)에 대한 허용 및 관련 규제 등이 필요하다. 또한 아토믹 결제와 관련된 프라이버시와 보안 문제를 해결하기 위한 입법적 조치도 필요하다. 이러한 입법적 조치가 이루어지기까지는 많은 시간이 소요될 것으로 예상된다.

기술적 측면에서 아토믹 결제의 활성화를 저해하는 가장 큰 문제점은 낮은 초당거래처리속도(Transactions Per Second: TPS)이다. DLT 기반 거래의 처리속도는 장내 증권거래 등 대규모 금융거래의 수요를 충족시키지 못하며 확장성의 제한 요소가 되고 있다. DLT 네트워크의 다양성은 네트워크의 통합과 상호운용성이 제약한다. 또한 DLT의 기술적 복잡성과 비가역성은 인프라 구축 비용을 높인다. 그러나 향후 TPS가 향상되고 블록체인 네트워크 간 브리지(bridge) 기술이나 인터체인 솔루션이 개발될수록 DLT 기반 아토믹 결제는 기술적 한계를 극복하면서 성장할 수 있다.

7) 지난 10월 30일 혁신금융서비스로 지정된 한국은행의 wCBDC와 예금토큰 프로젝트는 “전자금융거래시 거래지시 내용 확인(스마트계약기능을 통한 바우처 기능 관련) 의무 적용을 제외하도록 하고, ... 예금 토큰의 양도·발행시 은행 전산시스템 대신 CBDC 시스템을 이용할 수 있도록” 함으로써 은행망을 대체하는 DLT 네트워크 기반의 탈중개인화 시스템을 구현하려 한다. 금융위원회, 2024. 10. 30, 중앙은행 디지털 화폐(CBDC) 시스템 내 예금 토큰 기반 지급·이체 서비스 등 혁신금융서비스 9건 지정, 보도자료, p.4

## DLT 기반 아토믹 결제의 글로벌 활용 사례

세계에서 가장 큰 디지털자산시장을 형성하고 있는 미국에서 Biden 행정부는 아토믹 결제를 적극적으로 육성하고 있지는 않지만, 시장 수요의 확대와 DLT 발전에 힘입어 아토믹 결제에 기반한 금융 인프라가 확산되고 있다. 대표적으로 미국의 예탁결제기구인 DTCC는 Project ION 등 다양한 DLT 기반 아토믹 결제가 포함되는 프로젝트를 진행하고 있다. 또한 DTCC는 미국 내에서 CBDC를 이용한 청산결제 관련하여 DDP(Digital Dollar Project)와 공동 프로젝트를 추진 중이며, 해외 유수의 기관들(독일증권거래소, euroclear 등)과 아토믹 결제를 포함한 디지털자산 거래원칙을 수립하고 있다.<sup>8)</sup> J.P. Morgan의 Onyx 디지털자산플랫폼, Broadridge의 DLR(Distributed Ledger Repo) 등 아토믹 결제를 사용하는 다양한 민간 부문의 금융서비스가 미국에서 출시되고 있다. 유력한 공화당 대선 후보인 Donald Trump는 달러 표시 스테이블코인에 대한 육성을 공약하였는데, 미 대선에서 승리하게 되면 스테이블코인을 지급수단으로 하는 아토믹 결제가 더욱 활성화될 것으로 예상된다.<sup>9)</sup> Trump 가족 회사인 WLFI(World Liberty Finance)는 달러 표시 스테이블코인이 글로벌 지급수단으로 확산되어야 한다고 주장하는데<sup>10)</sup>, 관련 DvP 또는 PvP 거래는 아토믹 결제 방식으로 이루어질 것으로 예상된다.

EU는 정책적으로 DLT 기반 아토믹 결제를 활성화하려는 여러 프로젝트를 추진하고 있다. EU 중앙은행인 ECB는 다양한 CBDC 프로젝트를 통해 DLT 기반 아토믹 결제를 테스트하고 있다. 민간 영역에서 여러 글로벌 플레이어들과 협업하는 HQLAx는 아토믹 결제를 지원하며 2018년 세계 최초의 블록체인 증권대차 서비스를 구현하였고, 2022년 세계 최초의 크로스체인 Repo 스왑 서비스를 선보였다.

디지털자산 금융중심지를 꿈꾸는 싱가포르, 홍콩, 스위스 등은 모두 DLT 기반 아토믹 결제를 정책적으로 중시한다. 이러한 금융중심지 국가는 국제결제은행인 BIS의 혁신 허브를 통해 글로벌 프로젝트를 추진하고 있다. 홍콩의 Genesis 프로젝트와 스위스의 Helvetia 프로젝트는 DvP 아토믹 결제를 추구하며, 싱가포르의 Dunbar 프로젝트와 한국은행이 참여하고 있는 Agora 프로젝트는 PvP 아토믹 결제를 목표로 한다.

BIS 혁신 허브는 세계 유수의 정부 기관 및 중앙은행이 참여하는 DLT 기반의 토큰화 프로젝트를 통해 글로벌 금융안정성, 국제 결제의 효율성, 디지털 혁신 등을 도모하려고 한다. BIS 혁신 허브 프로젝트에 있어 지급수단은 주로 각국의 CBDC가 쓰이지만, 오는 11월 5일 미 대선의 결과 Trump 후보가 당선되면 그의 공약대로 달러 기반의 CBDC는 쓰이지 않고 국제 결제의 수단으로 스테이블코인 사용도가 높아질 수 있다. DLT 거래시스템의 주요 지급수단이 CBDC인지 스테이블코인인지의 여부와

8) DTCC & DDP, 2022, *Digital Dollar Project and DTCC: Security Settlement Pilot*; DTCC, etc., 2024, *Building the Digital Asset Securities Ecosystem*.

9) 반면 민주당의 Kamala Harris 후보가 당선되면 Biden 행정부의 디지털자산 규제정책을 계승하여 스테이블코인보다는 CBDC에 정책적 무게를 둘 것으로 예상된다.

10) Cointelegraph, 2024. 9. 5, Trump family's DeFi project wants to 'ensure US dollar dominance'.

관계 없이, BIS 혁신 허브의 토큰화 프로젝트에서 결제 방식은 아토믹 결제가 주를 이룰 것이다. 장기적으로 BIS 토큰화 프로젝트는 DLT 기반 탈중앙화 거래시스템이 전통 금융시장기능을 아래 그림과 같이 대체하는 것을 목표로 한다. 아래 그림은 결국 토큰화된 RWA시장에서 아토믹 결제시스템을 관리하는 조직이 해당 시장의 우월적 지위를 점할 수 있음을 시사한다.

〈그림 2〉 금융시장 기능 및 가능한 토큰화 방식



자료: BIS(2024)<sup>11)</sup>, KCMCI

### 시사점: 장기적 · 체계적 정책 수립의 필요성

살펴본 바와 같이, DLT 기반 아토믹 결제는 매우 혁신적인 효용이 있지만, 제도적 · 기술적 한계를 극복하기에는 상당한 기간이 소요될 것으로 예상된다. 위의 〈그림 2〉에서 나타난 바와 같은 완성형 DLT 기반 거래시스템이 수년 내에 대량 경쟁매매 방식의 장내 증권거래시스템을 대체하기는 어려워 보인다. 이러한 점에서 DLT 기반 아토믹 결제는 국경 간 결제(cross-border payment)시장과 주요국의 국내 사모시장 및 장외거래를 통해 구축되고 확산될 것으로 예상된다.

현재 미국, EU 등 주요국은 자국 통화 및 지급결제 시스템의 영향력을 증대하고 블록체인 혁신을 촉진하기 위해 국가 간 공조와 경쟁의 과정 속에서 DLT 기반 아토믹 결제시스템을 구축하고 발전시키고 있다. 우리나라도 디지털자산 거래의 지급결제에 관한 제도화를 너무 늦추는 경우 글로벌 디지털자산시장 경쟁에서 뒤처질 수 있다. DLT 기반 아토믹 결제는 전 세계를 관할하는 예탁결제기구와 중앙은행이 없는 국경 간 결제에서 더욱 유용하게 활용될 수 있다는 점에서, BIS 등 국제기구의 토큰화 프로젝트와 표준화 논의에 더욱 적극적으로 참여하여야 한다. 또한 국내 디지털자산 전문가들의 다양한 자문을 바탕으로 정부는 싱가포르의 Ubin 프로젝트<sup>12)</sup>와 같은 장기적이고 체계적인 디지털자산 생태계 육성 전략을 수립하여야 할 필요가 있다. 이러한 종합적 전략을 통해 실시간 아토믹 결제 방식이 활성화되고 블록체인의 혁신성이 극대화된다면, 우리 경제에 강력한 성장동력으로 자리 잡을 것으로 기대된다.

11) BIS, 2024, *Tokenisation in the Context of Money and Other Assets*, p.10.

12) MAS, 2020, *Project Ubin Phase 5: Enabling Broad Ecosystem Opportunities* 참조