Transaction

상태	진행 중
분류	Database
주차	2주차

📌 **목차**

트랜잭션

트랜잭션이란?

- 데이터베이스의 상태를 변화시키기 위해서 수행하는 작업의 단위
- 수행되어야 할 일련의 연산 모음
    - 데이터베이스의 상태를 변화 = 아래의 SQL을 이용해 데이터베이스에 접근함을 의미
    - SELECT
    - INSERT
    - DELETE
    - UPDATE

트랜잭션의 예시

- A는 매달 부모님한테 생활비를 송금받는다. 어느 날, 부모님이 A에게 생활비를 송금해주기 위해 ATM을 이용했고 A의 계좌에 생활비를 송금했다.
- 그러나 모종의 이유로 인하여 부모님의 계좌에선 생활비가 차감되었는데, A의 계좌에는 생활비가 입금되지 않았다.
- 위와 같이 인출에는 성공했는데 입금에 실패하면 치명적인 결과가 발생한다
    - 따라서, 위 두 과정은 동시에 성공하던가 혹은 동시에 실패해야 한다
    - 위 과정을 동시에 묶는 방법이 바로 트랜잭션이다
    - 따라서 트랜잭션(작업단위)은 SQL 한 문장이 아니라, 많은 SQL 명령문들을 사람의 기준에 따라 묶는 것을 의미함

트랜잭션의 장점

- 데이터베이스와 어플리케이션 간 데이터 거래에서 안전성을 확보
    - 작업를 수행하는 도중 오류가 발생하면 결과를 반영하는 것이 아니라 모든 작업을 원상태로 복구한다
    - 모든 과정이 성공하였을 때에만 그 결과를 반영

트랜잭션의 특징

- 원자성 (Atomicity)
- 일관성 (Consistency)
- 독립성 (Isolation)

- 지속성 (Durability)

원자성

- 트랜잭션이 데이터베이스에 모두 반영되던가, 아예 반영되지 않아야 한다
    - 만약 트랜잭션 단위로 데이터가 처리되지 않으면, 시스템 이해가 어렵고 오류가 발생했을 때 원인을 찾기가 매우 힘들어진다

일관성

- 트랜잭션의 작업 처리 결과가 항상 일관성이 있어야 한다
    - 트랜잭션이 진행되는 동안 데이터베이스가 변경 되어도 처음 트랜잭션을 진행하기 위해 참조한 데이터베이스를 바탕으로 진행된다
    - 따라서 사용자는 일관성 있는 데이터를 볼 수 있다

독립성

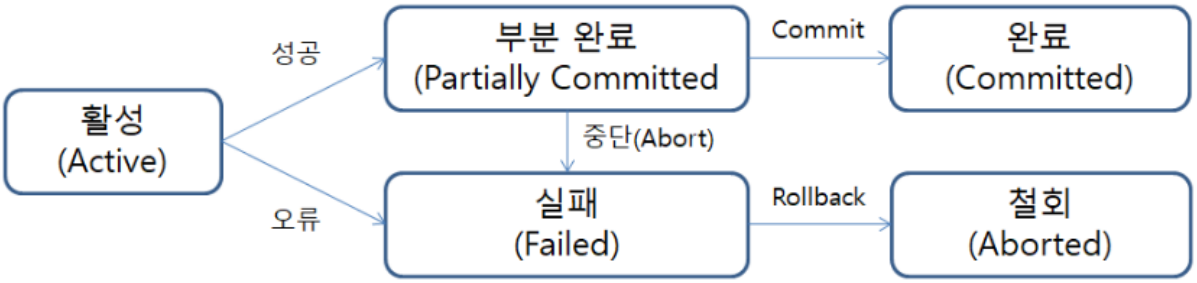
- 어떤 트랜잭션도 다른 트랜잭션의 연산 도중에 끼어들 수 없다
    - 하나의 트랜잭션이 완료될 때까지, 다른 트랜잭션이 특정 트랜잭션의 결과를 참조할 수 없다
- 격리성은 동시성과 관련된 성능 이슈로 인해 트랜잭션 격리 수준을 선택할 수 있다
    - 여러 트랜잭션이 동시에 처리될 때, 특정 트랜잭션이 다른 트랜잭션에서 변경하거나 조회하는 데이터를 볼 수 있게 허용할지의 여부를 결정
    - 고립 수준이 낮은 순서대로 다음과 같다
    - 자동 Commit이 false인 상태에서만 발생
        - READ UNCOMMITED (커밋되지 않은 읽기)
        - READ COMMITED (커밋된 읽기) - 일반적으로 많이 사용
        - REPEATABLE READ (반복 가능한 읽기)
        - SERIALIZABLE (직렬화 가능)

지속성

- 트랜잭션이 성공적으로 완료되었을 경우, 결과는 영구적으로 데이터베이스에 반영되어야 한다

트랜잭션 상태

- 트랜잭션의 연산과정 단계를 도식화하여 각각을 아래와 같이 정리할 수 있다



활성

- 트랜잭션이 정상적으로 실행중인 상태
  - 해당 트랜잭션의 상태는 활성(Active) 상태가 된다
  - 설계자가 설계한 대로 연산들이 정상적으로 실행중인 상태를 의미

작업 성공시

- 부분완료 (Partially Committed)
  - 트랜잭션이 마지막까지 실행되었지만, Commit 연산이 실행되기 직전의 상태
- 완료 (Committed)
  - 트랜잭션이 성공적으로 종료되어 Commit 연산을 실행한 이후의 상태
- 부분완료 상태가 존재하는 이유
  - 설계된 작업대로 작업이 성공하였다고 무조건 반영하는 것이 아닌, 설계자의 최종 승인이 있을 때 까지 실제 데이터베이스에 작업 내용을 반영하지 않고 기다리는 것
  - 설계자가 최종 반영을 승인(Commit)하면 트랜잭션이 종료

작업 실패시

- 실패 (Failed)
  - 트랜잭션 실행에 오류가 발생해 중단된 상태
- 철회 (Aborted)
  - 트랜잭션이 비정상적으로 종료되어 Rollback 연산을 수행한 상태

💡 **Commit, Rollback이란?**

Commit

- 하나의 트랜잭션이 성공적으로 끝났고, 데이터베이스가 일관성있는 상태에 있을 때 하나의 트랜잭션이 끝났다는 것을 알려주기 위해 사용하는 연산
- 수행했던 트랜잭션이 로그에 저장된다

Rollback

- 하나의 트랜잭션 처리가 비정상적으로 종료되어 원자성이 깨진 경우, 트랜잭션을 처음부터 다시 시작하거나 트랜잭션의 부분적으로 연산된 결과를 다시 취소 시킨다

Lock

- 트랜잭션 처리의 순차성을 보장하기 위한 방법
- DBMS마다 Lock을 구현하는 방식과 세부적인 방법이 다르므로 DB를 이용하기 전 Lock에 대한 이해가 필요

Lock의 종류

- 공유 락(Shared Lock)과 배타 락(Exclusive Lock)이 존재
  - 공유 락은 Read Lock이라고도 불리며, 배타 락은 Write Lock이라고도 불린다

공유 락

- 데이터를 읽을 때 사용되는 Lock
- 공유 락이 걸린 데이터는 읽기 연산만 실행이 가능하고 쓰기 연산은 실행이 불가능하다
- 공유 락이 걸린 데이터에 대해서 다른 트랜잭션도 동일하게 공유 락을 획득할 수 있다
  - 그렇지만 배타 락은 획득할 수 없다
- MySQL에서는 SELECT FOR SHARE라는 Query를 이용해 공유락을 사용할 수 있다

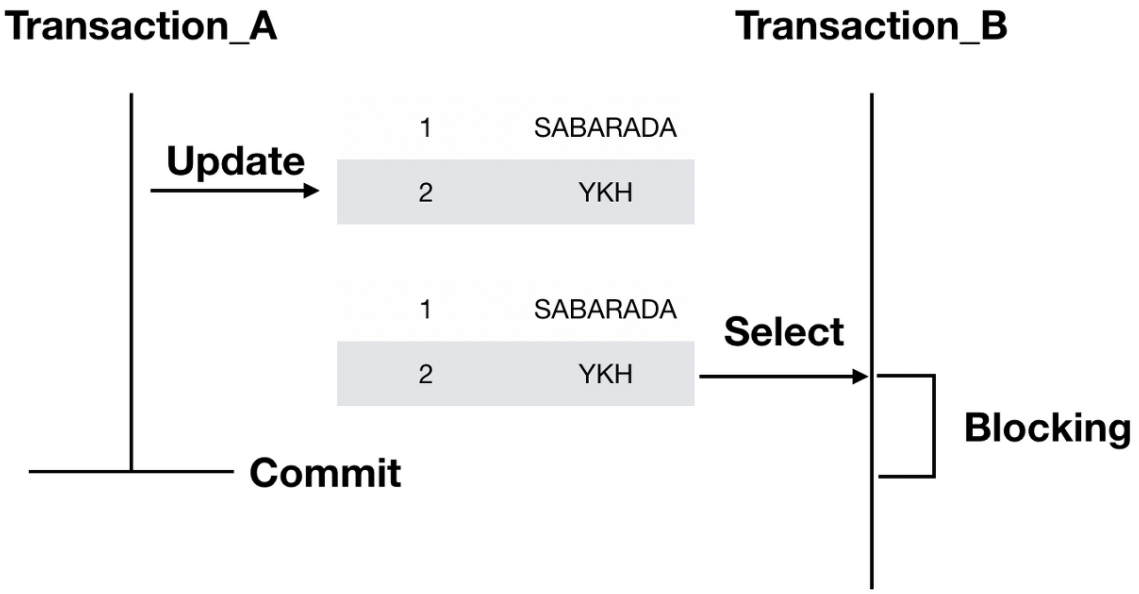
배타 락

- 데이터를 변경할 때 사용되는 Lock
- 트랜잭션이 완료될 때까지 유지

- 배타 락이 걸린 데이터는 락이 해제될 때까지 다른 트랜잭션에서 해당 리소스에 접근할 수 없다
    - 배타 락을 획득한 트랜잭션은 해당 데이터에 대해 독점권을 읽는다

블로킹(Blocking)

- Lock간 경합이 발생하여 특정 트랜잭션이 작업을 진행하지 못하고 멈춰선 상태
- 블로킹을 해소하기 위해서는 이전 트랜잭션이 Commit 혹은 Rollback 되어야 함
- 따라서 Blocking을 최소화 할 필요가 있다

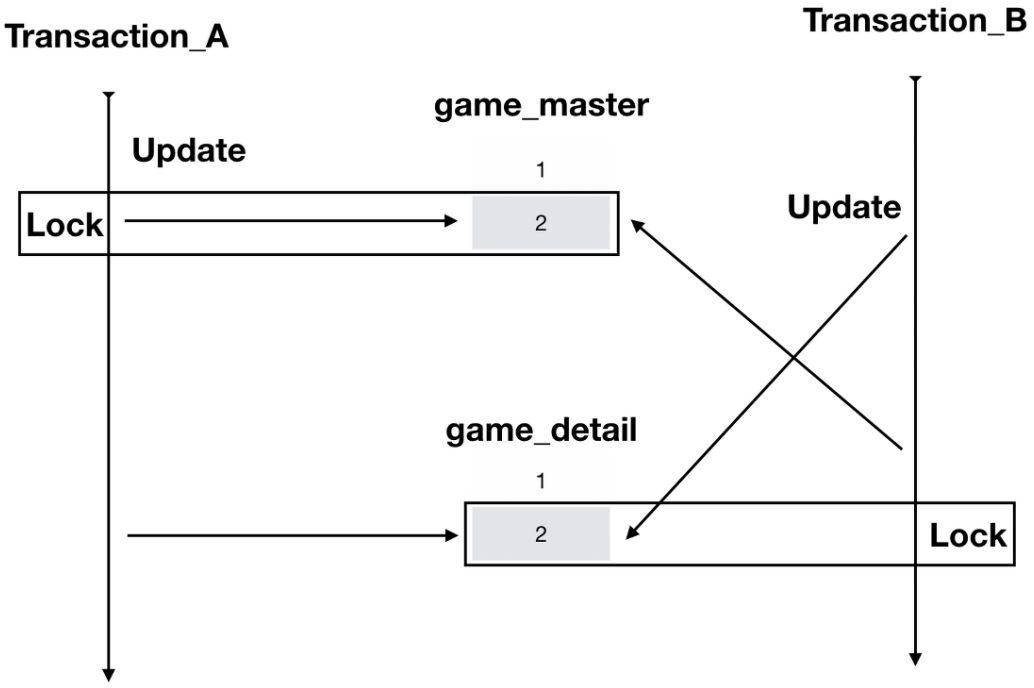


블로킹을 방지하기 위한 주의 사항

- 한 트랜잭션의 길이를 너무 길게 하지 않는다
- 같은 데이터를 갱신하는 트랜잭션이 동시에 수행되지 않도록 설계한다
- 트랜잭션 격리성 수준을 불필요하게 상향 조정하지 않는다
- Query를 오랜 시간 잡아두지 않도록 적절한 튜닝을 진행한다

DeadLock

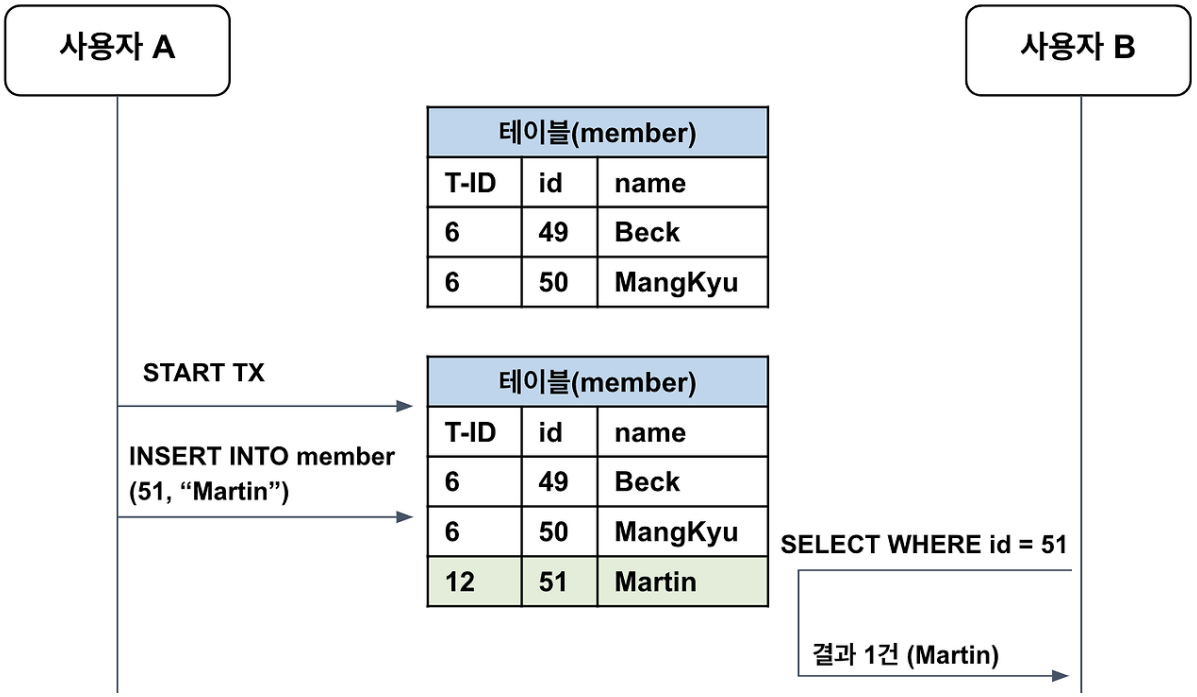
- 두 트랜잭션이 각각 Lock을 설정하고 서로의 Lock이 걸린 데이터에 접근해 값을 얻어오려고 하는 상황
- 양쪽 트랜잭션 모두 영원히 처리가 되지 않는다



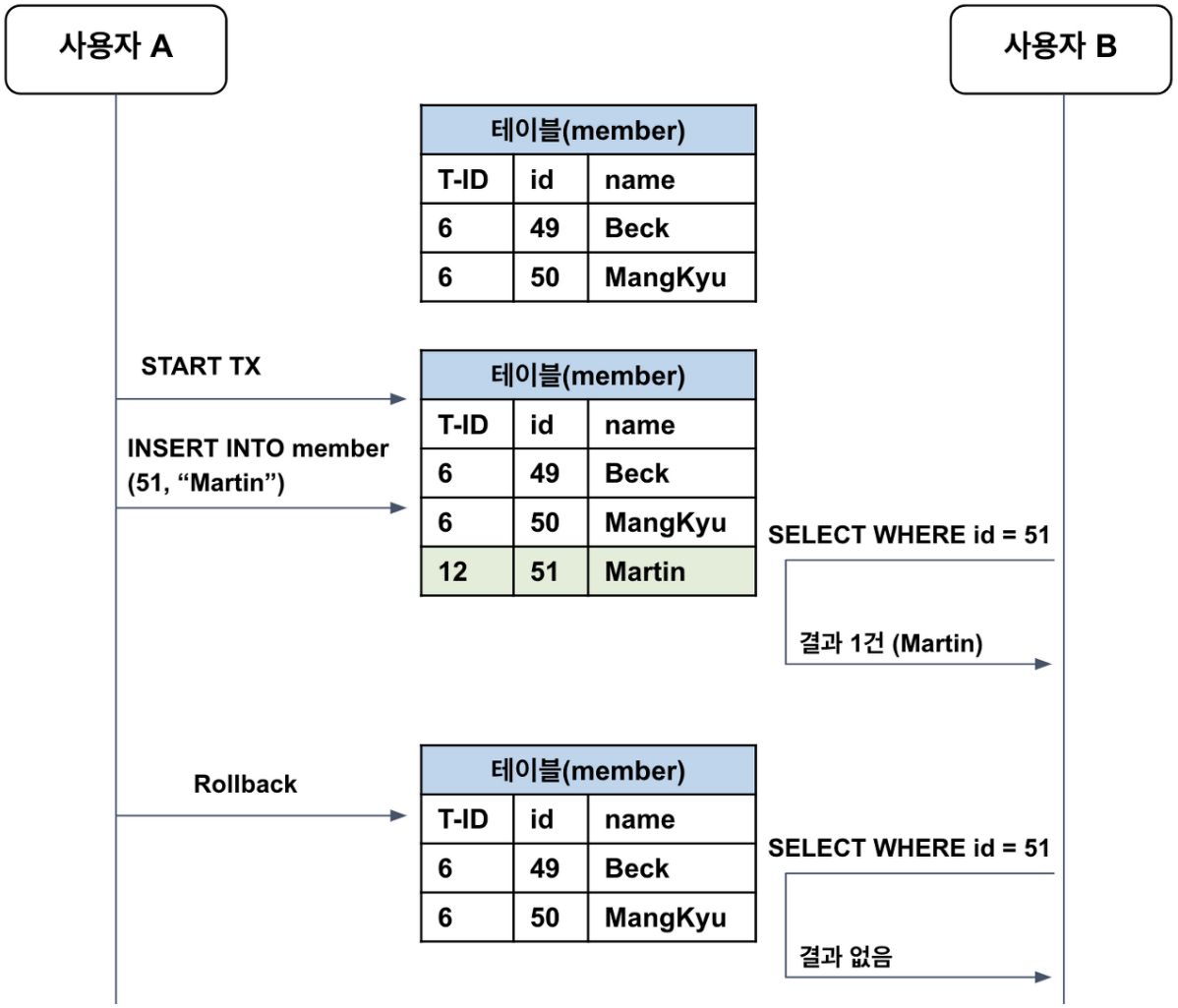
트랜잭션 격리 수준

READ UNCOMMITED

- 커밋되지 않은 데이터도 접근할 수 있다
- 다른 트랜잭션의 작업이 Commit 또는 Rollback되지 않아도 즉시 보이게 된다



- 위와 같이 트랜잭션의 작업이 완료되지 않았는데도 다른 트랜잭션에서 볼 수 있는 부정합 문제를 Dirty Read라고 한다
- 위의 경우에서 사용자 A가 Commit이 아닌 Rollback을 수행한다면?



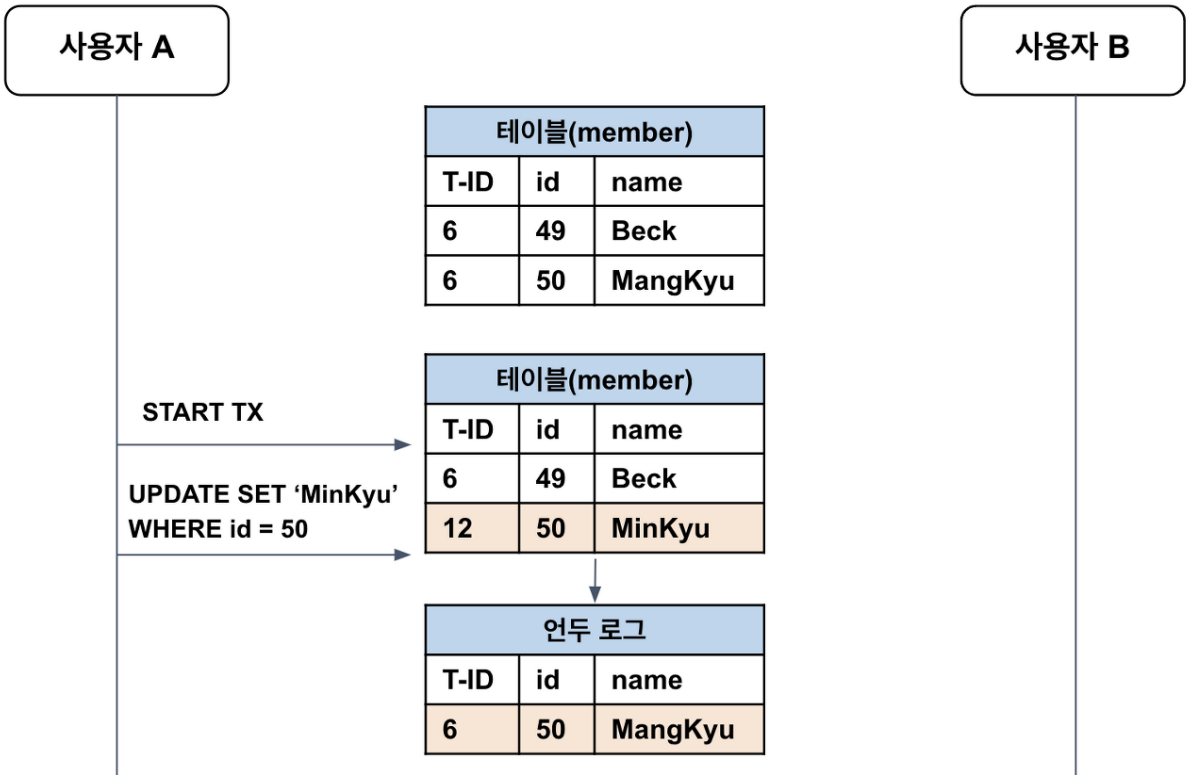
- 사용자 B의 트랜잭션은 id = 51인 데이터를 처리하고 있었는데, 다시 데이터를 조회하니 결과가 존재하지 않는다
  - 따라서 이러한 Dirty Read 상황은 시스템에 상당한 버그를 초래
- READ UNCOMMITED는 RDBMS 표준에서 인정하지 않을 정도로 정합성에 문제가 많은 격리 수준
  - 최소한 READ COMMITED 이상의 격리 수준을 사용해야

READ COMMITED

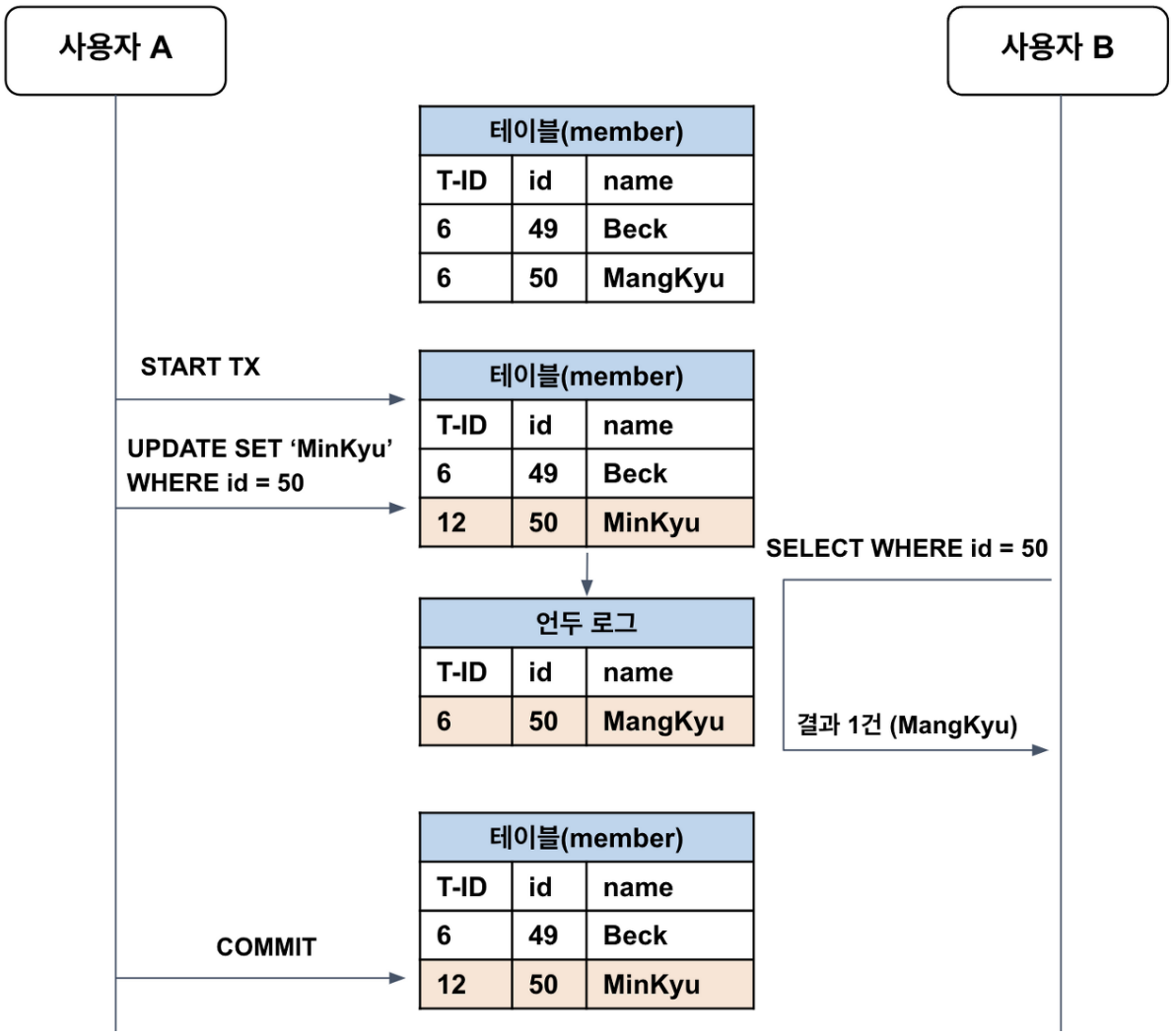
- 커밋된 데이터만 조회할 수 있음
- READ COMMITED에서는 Phantom Read에 더해 Non-Repeatable Read(반복 읽기 불가능) 문제까지 발생

READ COMMITED 예시1

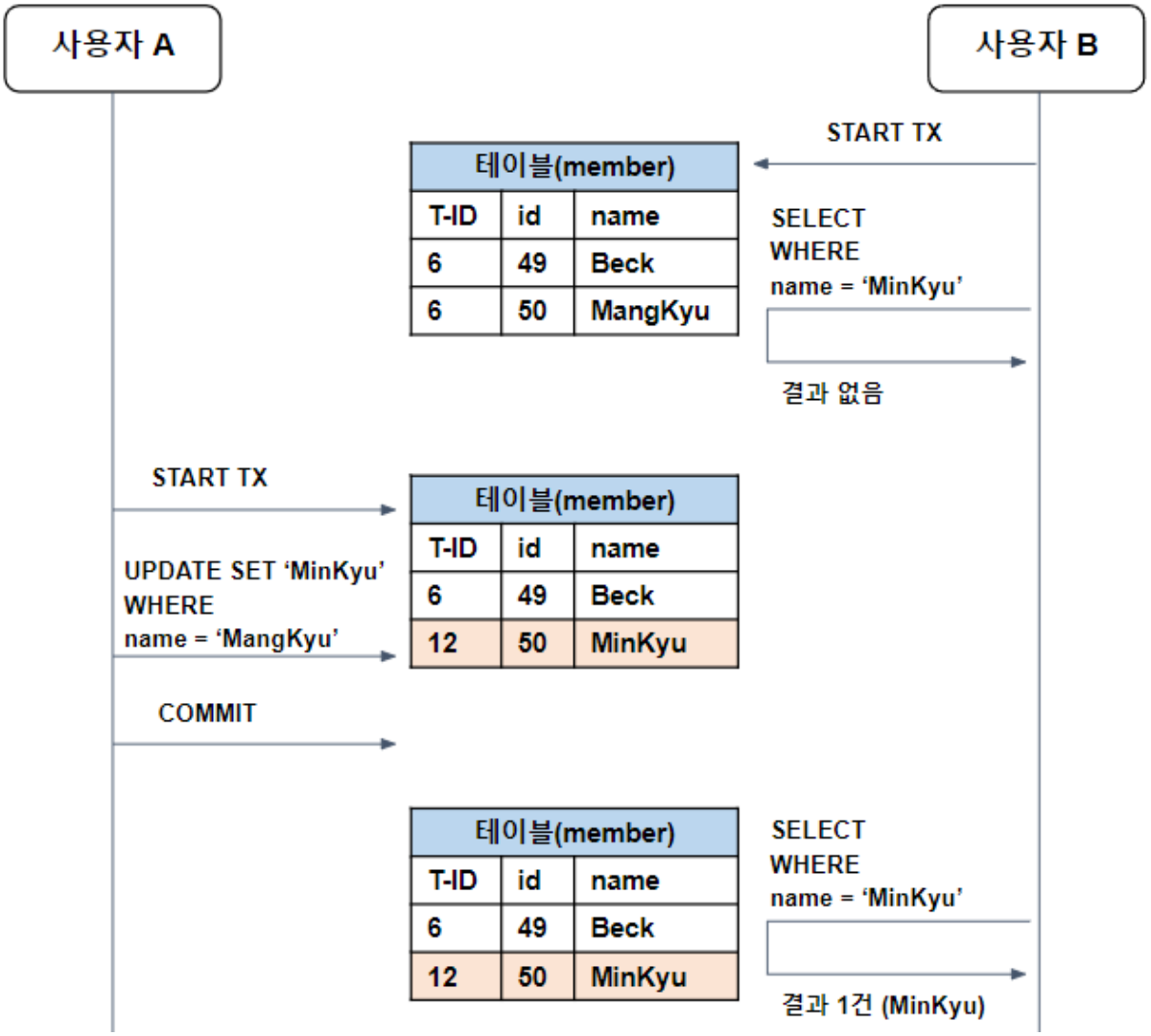
- 사용자 A가 트랜잭션을 시작하여 어떤 데이터를 변경하고 아직 Commit은 하지 않은 상태
- 테이블은 먼저 갱신되고, UNDO 로그로 변경 전의 데이터가 백업



- 이 때 사용자 B가 데이터를 조회하려고 하면, READ COMMITED에서는 커밋된 데이터만 조회할 수 있으므로 UNDO 로그에서 변경 전의 데이터를 찾아서 반환하게 된다
  - 사용자 A가 트랜잭션을 커밋해야지만 다른 트랜잭션에서도 새롭게 변경된 값을 참조할 수 있음



- 그렇지만 READ COMMITED는 Non-Repeatable Read 문제가 발생할 수 있음
- 만약 사용자 B가 트랜잭션을 시작하고 name = “Minkyu”인 레코드를 조회
  - 해당 조건을 만족하는 레코드는 아직 존재하지 않으므로 아무것도 반환되지 않음
- 그러다가 사용자 A가 UPDATE문을 이용해 해당 조건을 만족하는 레코드를 생성한 후 Commit까지 완료
  - 이 때 사용자 B가 다시 동일한 조건으로 레코드를 조회한다면?



- 위와 같이 다른 트랜잭션의 커밋 여부에 따라 조회 결과가 변경
- 이러한 데이터 부정합 문제를 Non-Repeatable Read(반복 읽기 불가능)라고 함

REPEATABLE READ

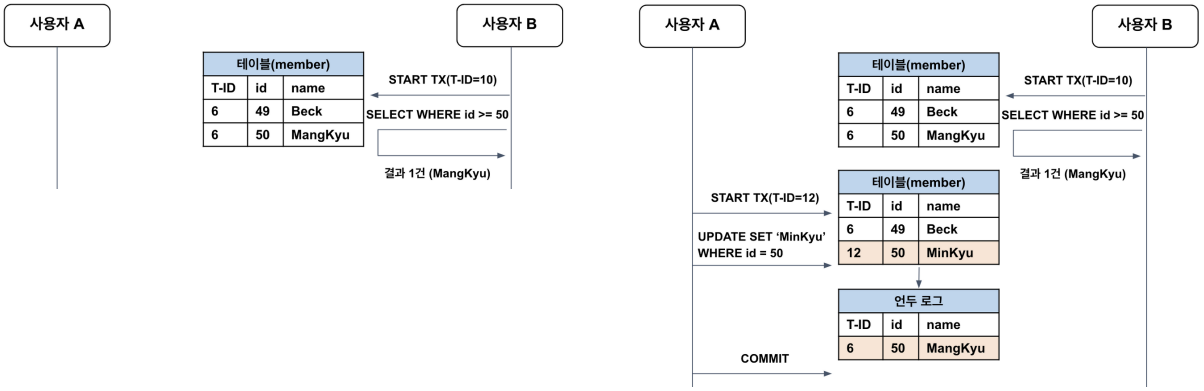
- 일반적인 RDBMS는 변경 전의 레코드를 UNDO 공간에 백업해둔다
  - 따라서 변경 전, 후 데이터가 모두 존재하므로 동일한 레코드에 대해 여러 버전의 데이터가 존재하게 됨
  - 이를 MVCC(다중 버전 동시성 제어)라고 부른다
  - MVCC를 이용하면 트랜잭션이 롤백된 경우 데이터를 복원할 수 있을 뿐 아니라 서로 다른 트랜잭션 간에 접근할 수 있는 데이터를 세밀하게 제어할 수 있음
  - 각각의 트랜잭션은 순차 증가하는 고유한 트랜잭션 번호가 존재하며, 백업 레코드에는 어느 트랜잭션에 의해 백업되었는지 트랜잭션 번호를 함께 저장

- 해당 데이터가 불필요하다고 판단되는 시점에 삭제

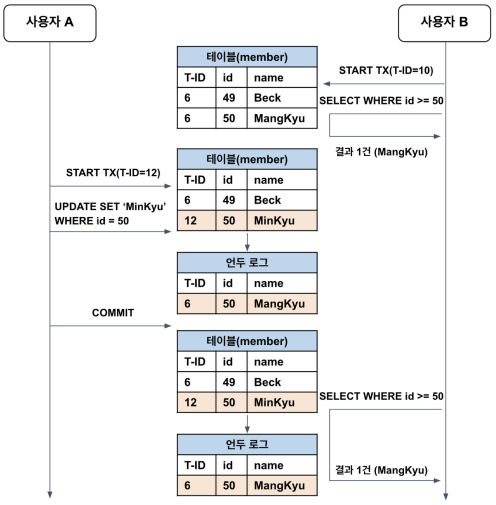
- MVCC는 한 트랜잭션 내에서 동일한 결과를 보장하지만, 새로운 레코드가 추가되는 경우 데이터 부정합이 생길 수 있다

REPEATABLE READ 예시1

- 트랜잭션을 시작하고 사용자 B가 id = 50인 데이터를 조회하면 1건 조회되는 상황이라고 가정, 아직 트랜잭션은 종료되지 않았다
- 이 때 다른 사용자 A의 트랜잭션에서 id = 50인 데이터를 갱신
  - MVCC를 통해 기존 데이터는 변경되지만 백업된 데이터가 UNDO 로그에 남는다



- 이전에 사용자 B가 데이터를 조회했던 트랜잭션은 아직 종료되지 않은 상황에서, 사용자 B가 다시 한번 동일한 SELECT문을 실행한다면?
  - 사용자 B의 트랜잭션(10)은 사용자 A의 트랜잭션(12)이 시작되기 전에 이미 시작된 상태이다
  - REPEATABLE READ는 트랜잭션 번호를 참고하여 자신보다 먼저 실행된 트랜잭션의 데이터만을 참고한다
  - 따라서 사용자 B는 기존과 동일한 조회 결과를 얻게 된다

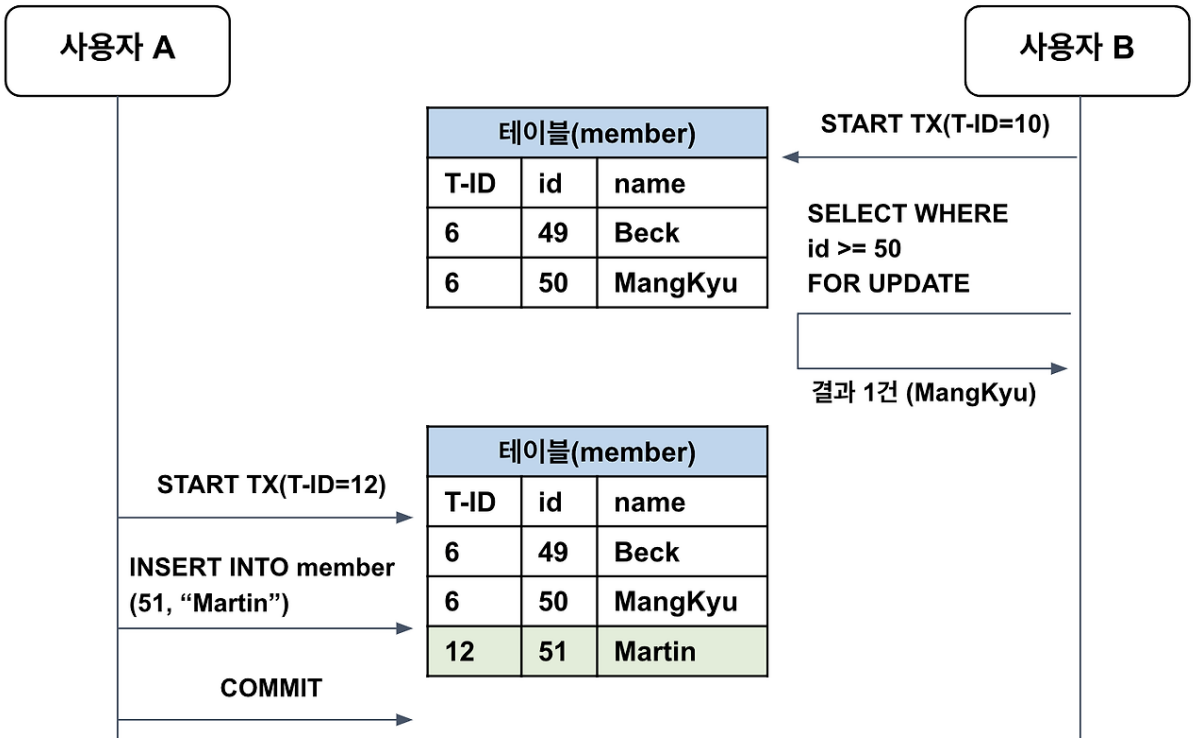


- REPEATABLE READ는 새로운 레코드의 추가를 막지 않기 때문에 Phantom Read가 발생할 수 있다

    - Phantom Read : SELECT문을 이용해 조회할 때 트랜잭션이 끝나기 전에 다른 트랜잭션에 의해 추가된 레코드가 발견되는 경우
- MVCC에서 자신보다 나중에 실행된 트랜잭션이 추가한 레코드는 무시되기 때문에 일반적으로 Phantom Read는 발생하지 않는다
- 그렇지만, Lock이 사용될 때 Phantom Read가 발생할 수 있음

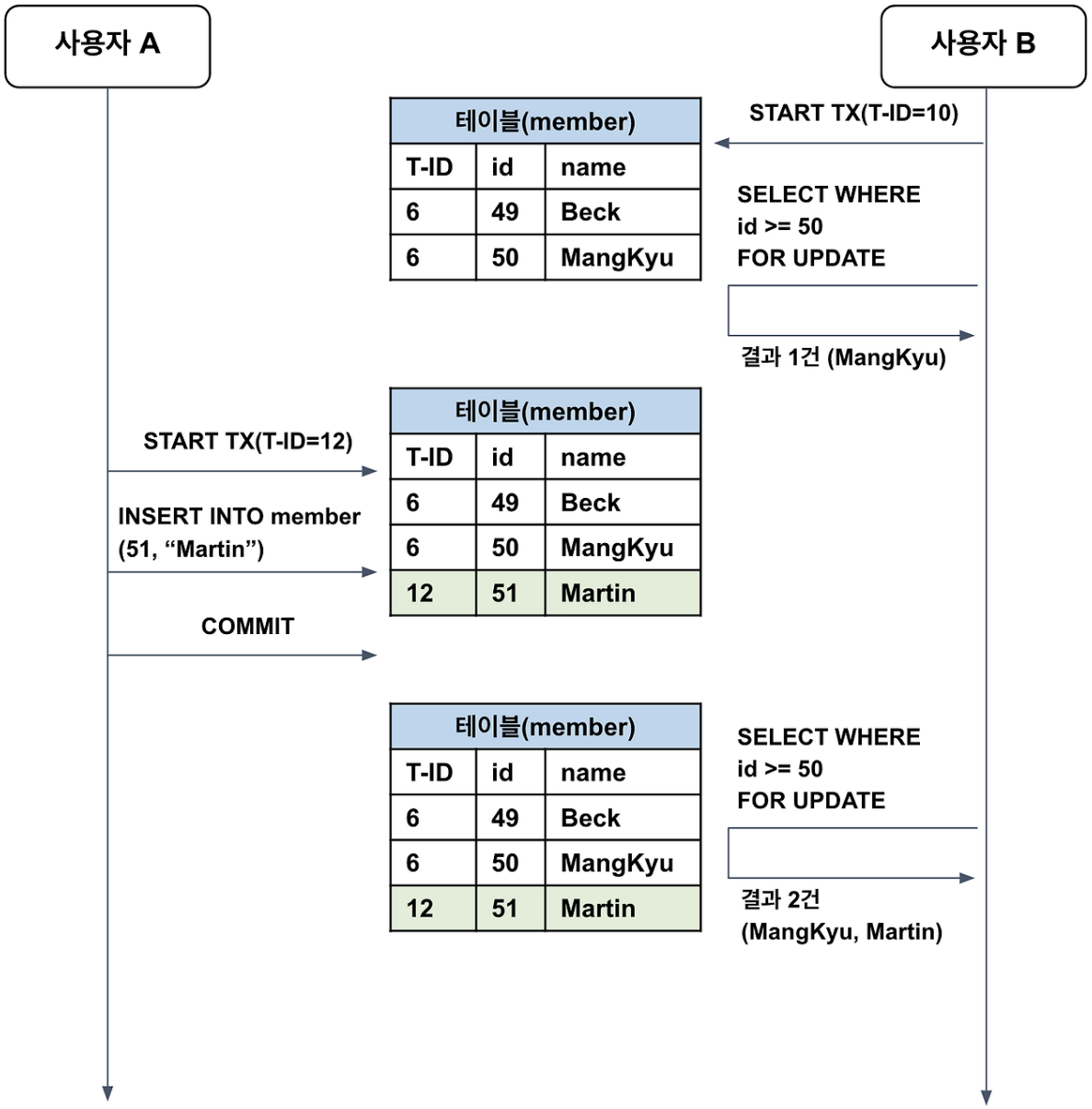
REPEATABLE READ 예시2

- 사용자 B가 먼저 데이터를 조회하는데, 이번에는 SELECT FOR UPDATE(배타 락)을 이용해 쓰기 잠금을 걸었다
- 사용자 A가 새로운 데이터를 INSERT 하는 상황, 일반적인 DBMS에서는 갭락이 존재하지 않으므로 id = 50인 레코드만 잠금이 걸려 사용자 A의 요청은 즉시 실행된다

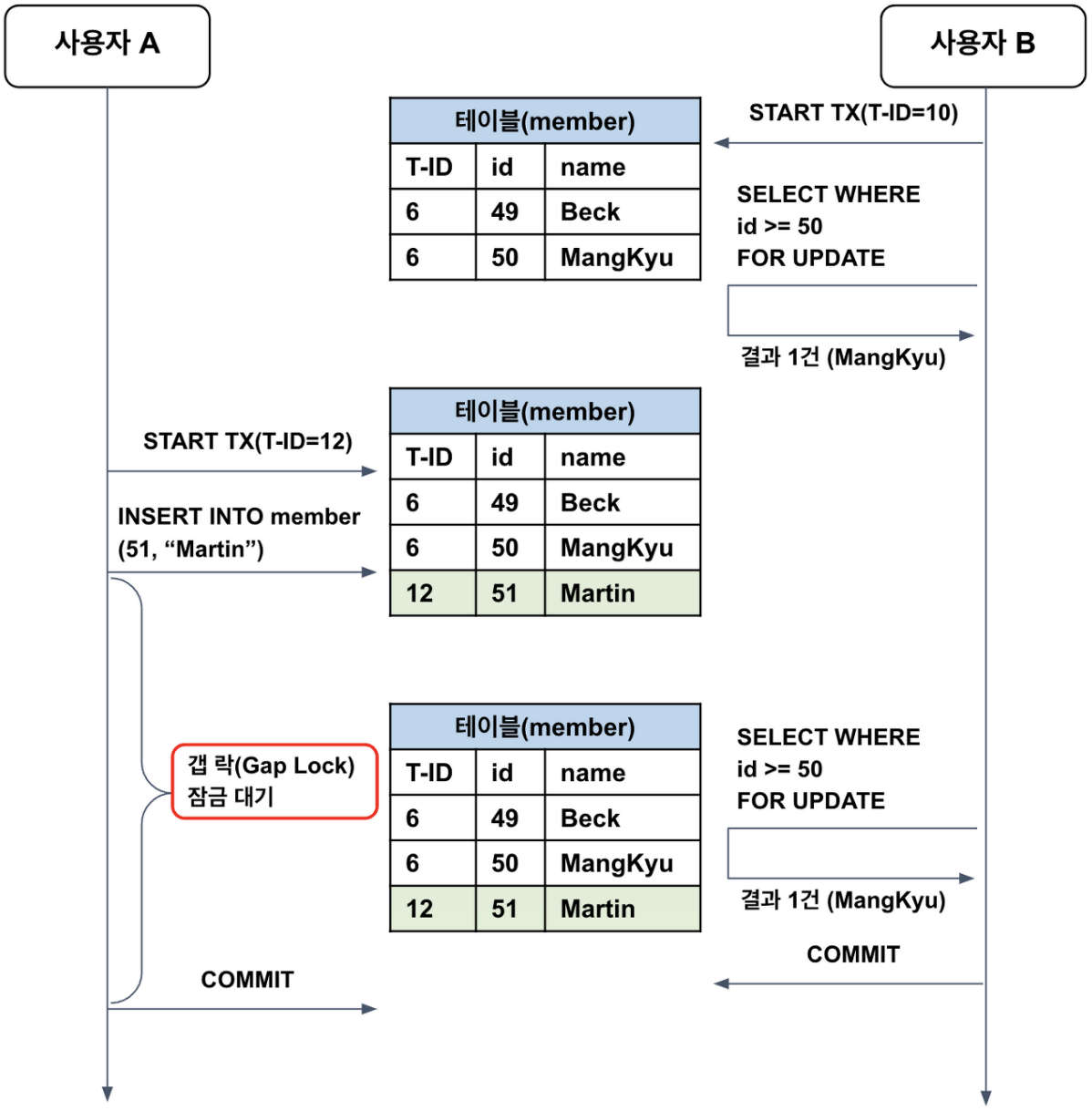


- 이 때 사용자가 동일한 SELECT FOR UPDATE 쿼리로 다시 한번 데이터를 조회하면 이번엔 2건의 데이터가 조회된다
    - 이렇게 다른 트랜잭션에서 수행한 작업에 의해 레코드가 보였다 안보였다 하는 현상을 Phantom Read라고 한다
    - 다른 트랜잭션에서 새로운 레코드를 추가하거나 삭제하는 경우 발생할 수 있음
- 아래 경우를 MVCC를 통해 해결할 수 있을 것 같지만 SELECT FOR UPDATE는 데이터 조회가 UNDO 로그가 아닌 테이블에서 수행되기 때문에 그럴 수 없다

- UNDO 로그는 append only 형태이므로 잠금 장치가 없어서 UNDO 로그를 잠그는 것은 불가능하다

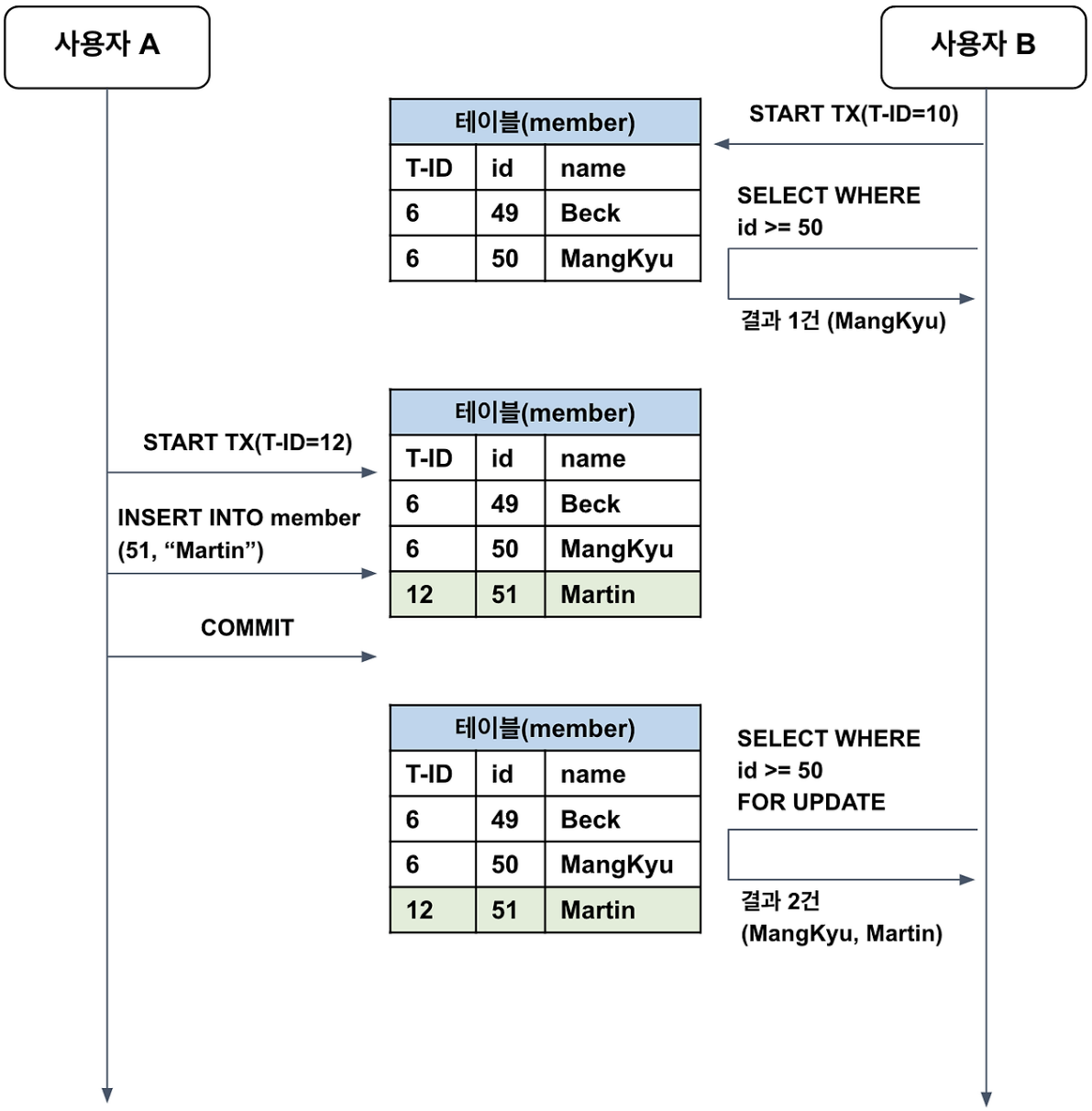


- 그렇지만 일반적인 RDBMS와 달리 MySQL에는 갭 락이 존재하기 때문에 위 상황이 발생하지 않는다
  - 사용자 B가 SELECT문 조건으로 id ≥ 50을 걸었기 때문에, MySQL은 id가 50인 레코드에는 레코드 락, 50보다 큰 범위에는 넥스트 키 락을 건다



REPEATABLE READ 예시3

- MySQL의 REPEATABLE READ에서 Phantom Read가 발생하는 경우는 다음과 같다
- 사용자 B는 트랜잭션을 시작하고 잠금없는 SELECT문으로 데이터를 조회
- 사용자 A는 INSERT문을 이용해 데이터를 추가, 잠금이 없으므로 바로 COMMIT
- 이후 사용자 B가 SELECT FOR UPDATE문으로 데이터를 조회
    - 배타 락을 이용해 데이터를 조회하게 되면 UNDO 로그가 아닌 테이블을 조회하게 되므로 Phantom Read가 발생한다



SERIALIZABLE

- 가장 엄격한 격리 수준, 트랜잭션을 순차적으로 진행시킨다
- 여러 트랜잭션이 동일한 레코드에 동시 접근할 수 없으므로 어떠한 데이터 부정합 문제도 발생하지 않는다
- 그렇지만 동시 처리 성능이 매우 떨어진다
- 일반적인 SELECT 작업은 아무런 레코드 잠금 없이 실행된다
- 그렇지만 SERIALIZABLE 격리 수준에서는 순수한 SELECT 작업에서도 대상 레코드에 공유 락을 건다

- 따라서 다른 트랜잭션에서 공유 락이 걸린 데이터에 대해서 추가, 삭제, 수정을 할 수 없음

MySQL의 트랜잭션

MySQL에서의 트랜잭션이란?

- MySQL에서 트랜잭션은 데이터베이스의 상태를 바꾸는 일종의 작업 단위
  - 우리가 MySQL에서 입력하는 모든 쿼리들은 하나의 트랜잭션이라고 할 수 있다
  - INSERT, DELETE, UPDATE등의 SQL 명령어를 통해 데이터의 상태를 바꿀 때마다 내부에선 자동적으로 Commit을 실행해 변경된 내용을 데이터베이스에 반영함
- 즉 여태까지 입력한 명령어들은 MySQL에서 자동 Commit을 통해 쿼리 입력과 동시에 처리하여 데이터베이스에 반영하게 한 것임

수동 트랜잭션

- 기본적으로 MySQL은 자동 Commit이 설정되어 있다
  - 세미콜론을 한 번 찍을 때마다 자동으로 Commit이 된다
- 아래 명령어를 통해 기본 Commit 방식을 변경할 수 있다

```
-- AUTO COMMIT OFF
SET AUTOCOMMIT = 0;

-- AUTO COMMIT ON
SET AUTOCOMMIT = 1;

-- AUTO QUERY 설정 확인
SELECT @@autocommit;
```

- 아래 명령어를 통해 트랜잭션을 실행할 수 있다
  - 이 때 Commit 방식은 수동 Commit으로 바뀐다

```
START TRANSACTION;
```

- 수동 트랜잭션을 시작한 후 INSERT와 DELETE를 해보는 명령어

```
START TRANSACTION; -- 트랜잭션 시작

SELECT * FROM members; -- 초기 상태 보여주기
INSERT INTO members VALUES(1, "메롱", "쌉터디"); -- 데이터 수정
SELECT * FROM members; -- 수정 상태 보여주기

COMMIT -- 트랜잭션을 DB에 적용

SELECT * FROM members; -- 적용된 결과 조회
```

- Rollback 명령을 실행하면 트랜잭션이 시작되기 이전 상태로 되돌아간다
  - 즉, 마지막 Commit을 완료한 시점으로 돌아간다

```
START TRANSACTION; -- 트랜잭션 시작

SELECT * FROM members; -- 초기 상태 보여주기
INSERT INTO members VALUES(1, "메롱", "쌉터디"); -- 데이터 수정
SELECT * FROM members; -- 수정 상태 보여주기

ROLLBACK; -- 트랜잭션을 취소하고 START TANSACTION 실행 전 상태로 돌아

SELECT * FROM members; -- 적용된 결과 조회
```

Rollback이 적용되지 않는 경우

- DDL문은 rollback이 적용되지 않는다
  - ex) CREATE, DROP, ALTER, RENAME, `TRUNCATE`