

나선철근 이음을 위한 강관압착식 커플러에 관한 연구

A Study on Steel Pipe Coupler for Splicing Spiral Rebars

오 민 수^{*} 이 규 세^{**} 김 수 만^{***}
Oh, Min Soo Lee, Gyu Sei Kim, Soo Man

ABSTRACT

The spiral provides the column with the ability to absorb considerable deformation prior to failure. Although this toughness is the principal gain that is achieved by the use of spiral reinforced columns, the its serviceability is limited by the fault of lap splices. The mechanical connection for the spiral bar placement is developed in the study. The study contains for the experiment of the mechanical connection.

1. 서론

철근 배근 과정에서 공장 제작된 8m 또는 10m 길이의 철근이 소기의 목적을 갖는 교량이나 건물 등의 지간 길이를 만족하지 못하게 되므로 철근의 이음은 반드시 필요하며, 교량이나 건물 등 구조물의 안전에 아주 중요한 역할을 하게 된다.

한편, 내진설계를 할 경우 탄성해석으로부터 얻은 탄성 부재력이 구조물의 실제 거동을 표현하지 못함으로 인한 비경제적인 설계가 되는 것을 방지하기 위하여 구조물의 여유력(Redundancy)과 연성(Ductility)이 고려된 응답수정계수를 적용, 탄성 부재력을 수정하여 내진설계를 수행하고 있다. 이때 응답수정계수를 적용하기 위한 전제조건으로 교각이나 기둥의 소성힌지 영역에서 설계 지진력에 의한 소성변형이 충분히 이루어져 힌지 거동이 가능하여야 한다. 교각소성힌지 영역에서 소성변형은 나선철근 사용으로서 소기의 목적을 달성할 수 있으나, 단면의 비대화 및 철근연결 방법의 부재로 띠철근 배근 방법의 변형, 완전 용입용접 방법 등을 적용하고 있으며, 띠철근 배근 방법의 변형은 곡률이 있는 나선철근의 연결방법 부족에 기인하고 있다. 또한 완전용입 용접 방법은 공사기간 증가, 현장에서 소요 품질확보의 어려움 등의 단점이 있다.

기계적 이음방법은 Coupler를 이용한 철근이음방법을 말하며 국내외적으로 30 종류의 Coupler가 사용되고 있다. Coupler의 종류는 압접방식 및 나사식, 볼트-너트 활용방식 등이 있고, 현재 상품화된

* 정회원, (주)정석엔지니어링 기술연구원 이사

** 정회원, 선문대학교 건설공학부 교수

*** 정회원, 수원대학교 토목공학과 교수

Coupler의 한계는 대부분 직선만이 가능하며, 곡선으로 할 경우에는 별도의 특수 공정이 요구되어 시공성에 많은 문제점이 존재한다. 이와 같은 Coupler는 철근 곡률의 범위에 제한을 받게 되는 형태들로써 직선 Coupler를 이용하되 곡률에 대한 다소의 융통성만을 확보하고 있다.

내진설계 이외의 설계에서도 나선철근의 사용은 구조적 안전성 및 경제적 효과가 상당함에도 불구하고 연결방법의 부재로 띠철근을 사용하고 있는 실정이다. 띠철근과 나선철근의 구조 역학적 차이가 상당함에도 불구하고 띠철근을 사용하는 설계 및 시공관행을 지양하고, 내진설계의 정확성, 그리고 나선철근 사용으로 인한 구조적 안전성 및 경제성을 확보하기 위해서는 곡률에 제한이 없는 곡선 나선철근의 기계적 이음방법의 개발은 반드시 필요하다고 할 수 있다.

2. 강관 압착식 커플러의 개발

강관압착이음은 접합하고자 하는 두철근 사이에 강관 커플러를 끼워 넣고 커플러를 유압잭기 등으로 압착하여 접합하는 방법으로서 기존 이형철근의 원형 그대로의 사용이 가능하다. 그림 1에 나타낸 바와 같이 강관커플러의 내외측 양쪽에 요철이 형성된 일체성의 철근 이음을 완성함으로써 인장 및 압축력에 대한 저항력 증대와 함께 철근 운반 및 가공상의 흔들림이나 이완 및 이탈이 전혀 없는 완전 일체형 철근 이음을 완성하는 공법이다. 이와같은 공법을 위하여 강관커플러를 개발하였다. 강관커플러와 철근을 전면적으로 압착하는 연속식 압착방법에 비하여 본 공법은 한마디씩 압착하는 단속식 압착방법이고 강관커플러의 외형도 이형철근 형상과 같은 모양이므로 압착에 의한 마찰력이 증가되고 또한 단속식 압착 과정에서 연속식 압착방법에서 단점인 철근과 함께 강관커플러의 곡률 표현이 불가능한 것을 곡률이 가능하도록 해결하였다.

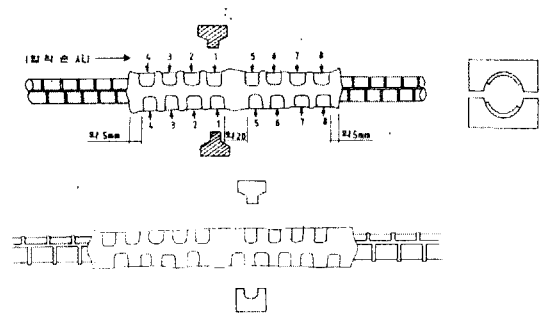


그림 1 강관커플러 압착 방법

3. 강관압착식 커플러의 강도실험

새로 개발된 강관압착식 커플러의 인장강도에 대한 성능확인을 위하여 만능시험기를 이용하여 인장강도에 대한 실험을 수행하였다. 철근은 D19, D22, D25, D29, D32 등 D19이상의 규격을 갖는 철근을 사용하였으며 철근종류는 SD4을 사용하였다. 이에 대한 실험결과를 나타내면 표 1과 같다. 표 1에서 나타낸 바와 같이 모든 규격의 철근에서 인장강도가 SD40철근의 항복강도의 125%이상을 상회하고 있으므로 본 시료는 각종시방서의 규정에 충분하다고 할 수 있다. 인장강도에서도 KS D3504에서 제시하고 있는 $5,700\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상에 대한 기준을 확보하고 있다. 실험시료에 대한 인장강도 실험중에서 강관슬리브의 파괴나 절단은 발생하지 않았으며, 연결된 철근에서 파단이 일어나고 있다.

또한, 본 연구에서도 ACI349의 CYCLIC TEST에 준하여 D19, D25 규격을 갖는 철근을 강관압착 커플러로 연결한 시료에 대하여 반복피로시험을 수행하였다. 또한, 반복하중이 재하된 이후의 상태를 확인하기 위해서 반복시험이 완료된 시편에 대하여 인장시험을 실시하였다. 시험기는 유압서어보식 MTS만능시험기를 사용하였으며, 반복피로실험에 대한 반복주기는 0.5Hz로 하였다. 또한, 시편 항복응

표 1 강관압착 커플러 인장강도

시험 구분	시료 명	규격	인장시험 결과(A) (kg/cm ²)	항복강도 기준(B) (kg/cm ²)	(A,B) 인장/항복	철관 커플러 파손여부	시험실시 기관	검사시험 방법
인장 시험	철근콘크리트용 봉강 (강관압착이음)	D22	6,400	4,000	160.0	이상없음	한국전자재 시험연구원	KSD 3504
		D22	6,500	4,000	162.5	"		
		D25	6,200	4,000	155.0	"		
		D25	6,200	4,000	155.0	"		
		D29	6,400	4,000	160.0	"		
		D29	6,400	4,000	160.0	"		
	철근콘크리트용 봉강 (강관압착이음)	D19	6,566	4,000	164.1	"	국립기술 품 질 원	KSD 3504
		D35	6,529	4,000	163.2	"		

력의 5%-90%의 응력(응력범위 $\Delta\sigma = 19.6-352.8$ MPa)을 시편에 100회를 재하하였다.

그림 2는 D19 철근의 반복하중에 의한 응력-변위에 대한 그래프로서 3개의 시편 중 대표적인 것을 나타내었다. 시편의 거동을 살펴보면 처음으로 재하된 인장에 의해서 변위가 다소 발생되었으나 연속된 반복하중에 의한 변위는 거의 변하지 않고 있다.

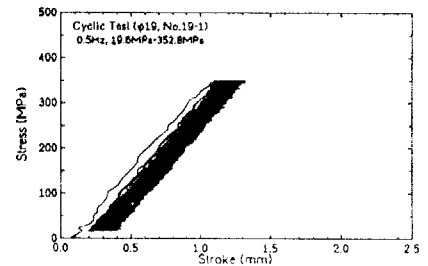


그림 2 응력-변위 선도 (D19)

표 2에 각 시험체에 대한 인장강도를 나타내었다. 표에서 나타난 바와 같이 반복하중을 받은 이후에도 시편은 항복강도의 125%이상의 인장강도를 나타내고 있으므로 반복하중을 받은 후에도 시방기준을 충분히 만족하고 있다고 할 수 있다.

따라서, 강관압착커플러로 연결된 나선철근은 제 거동을 충분히 수행할 수 있음을 알 수 있다.

표 2 반복하중 이후의 인장강도

시험 구분	시료 명	규격	인장시험 결과(A) (kg/cm ²)	항복강도 기준(B) (kg/cm ²)	(A,B) 인장/항복	철관 커플러 파손여부	시험실시 기관	검사시험 방법
반복 강도 시험	강관 압착커플러에 의한 이형철근 이음재	D19	5,914	4,000	147.8	이상없음	한국전자재 시험연구원	ACI 349 Section 12,143, 41(6) Cyclic Test
		D19	6,067	4,000	151.6			
		D19	5,435	4,000	135.8			
		D25	6,200	4,000	155.0			
		D25	5,629	4,000	140.7			
		D25	5,608	4,000	140.2			

4. 강관압착커플러의 활용효과

원형교각에서 나선철근 적용, 원형교각에서 현재의 국내 설계 관행 및 사각형 기둥에 "띠철근 + 횡방

향 구속철근" 배근 등의 방법을 적용하여 철근량을 산정하면 표 3과 같다.

표 3에서 나타난 바와 같이 원형교각에서 나선철근 적용시 즉, 본연구에 의한 강관압착식 커플러를 활용할 경우에 수직간격 7.5cm에서 약 62.4%정도의 철근량 감소 효과가 나타난다.

5. 결 론

교각이나 기둥에서 사용되는 나선철근의 기계식 연결을 위하여 커플러를 개발하기 위한 연구를 수행하였으며, 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

- (1) 기존의 일체식 압착방식이 아닌 단속식 압착방식으로 곡률이 가능한 커플러를 개발하였다.
- (2) 개발된 커플러에 대한 인장강도 시험 결과, 커플러 및 연결된 철근은 국내외 지방서 기준을 충분히 만족하고 있다.
- (3) 개발된 커플러에 대한 반복하중 시험 결과, 지진하중과 같은 반복하중이 발생된 이후에도 국내외 지방서 기준을 충분히 만족하고 있다.
- (4) 개발된 커플러를 일반기둥의 상시 설계 및 내진설계 과정에 적용하였을 경우에 상당한 양의 단면 감소 및 철근량 감소효과가 예상된다.

감사의 글

본연구는 신우특수건설(주)의 지원에 의해서 이루어졌음을 밝힙니다.

참고문헌

- 1) 콘크리트 표준 지방서, 건설 교통부(1997)
- 2) 도로교 표준 지방서, 건설 교통부(1997)
- 3) ACI, Building Code Requirements for Structural Concrete(ACI 318-95), American Concrete Institute (1995)
- 4) AASHTO, Standard Specification for Highway Bridges (1997)
- 5) Reinforcement Anchorages, Lap Splices and Connections, Concrete Reinforcing Steel Institute (1990)
- 6) Wang & Salmon, Reinforced Concrete Design, McGraw-Hill (1998)

표 3 기둥의 횡방향 철근량 비교

구 분	수직간격 - 7.5cm		비 고	
	필요철근량 (cm ²)	적용철근량(cm ²)		
나선철근 (D=2.0m)	4.32	D25×1ea	도로교 지방서	
띠 철근	원형 (D=2.0m)	11.5	①D25×1ea ②D19×2ea	
	사각형	17.3	①D25×1ea ②D19×2ea = 17.7 ③D25×4ea ④D19×5ea = 29.8	도로교 지방서