

石灰石骨材を用いた RC はりにおけるせん断強度に及ぼすせん断補強筋の効果

広島大学 学生会員 ○溝邊 飛鳥 西川 博貴

広島大学 正会員 半井 健一郎

広島大学 Halwan Alfisa Saifullah

1. 背景・目的

石灰石骨材は収縮低減効果や国内産出量の豊富さなどの利点により、近年、利用が増加している。しかし、石灰石骨材はもろく割れやすいため、せん断補強筋を有しない RC はりに石灰石骨材を使用すると、他の骨材を用いた場合に比べてせん断強度が低下すると報告されている⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。これは、なめらかなひび割れ面が形成されることで、骨材のかみ合わせ抵抗が減少するためである。一方、RC はりがせん断補強筋を有する場合、せん断補強筋によりひび割れ幅の増加が抑制されるため、せん断補強筋を用いない場合に比べ相対的にひび割れ幅が狭くなる。そのため、石灰石骨材においてもかみ合わせ抵抗の減少が軽減され、他の骨材を用いた場合と比較してせん断強度に有意な差が見られないと報告されている⁽²⁾。しかし、せん断補強筋を有する石灰石 RC はりについての研究はごくわずかであることから、その詳細なメカニズムは明らかになっていない。

そこで本研究では、石灰石骨材を用いた RC はりに及ぼすせん断補強筋の影響を検討し、そのせん断挙動の詳細なメカニズムを明らかにすることを目的とした。

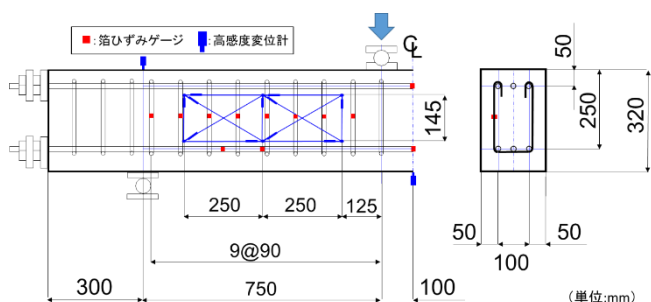


図 1 供試体概要

2. 試験概要

せん断補強筋を有する石灰石 RC はりがせん断強度に及ぼす影響を検討するために、RC はりの静的載荷試験を行った。図 1 に供試体概要を示し、表 1 に RC はりの使用材料と配合を示す。使用骨材は石灰石骨材と比較対象としての石英斑岩の 2 種類とした。また、せん断補強筋には D4 と D10 の異形棒鋼を用いた。それぞれの鉄筋比は 0.15%、0.79%であるが、実務で使用されているせん断補強筋比(0.15~1.5%)⁽⁴⁾からかけ離れていないことと、既往の研究(0.33~0.83%)⁽²⁾でデータが不足しているせん断補強筋比を含めるという 2 条件を踏まえて設定した。セメントには高炉セメント B 種を用い、W/C=50%とした。養生条件は温度管理のされていない室内での封緘養生とし、材齢 28 日以降に載荷試験を行った。

3. 試験結果と考察

表 2 に載荷試験の結果を示す。表 2 より、せん断補強筋降伏時のせん断力は LM-D10 では計算値、および QP と同程度になったが、LM-D4 では低下しており、既往の研究⁽²⁾と異なる傾向を示した。また、斜めひび割れ発生時のせん断力は LM-D4 と LM-D10 とともに低下している。斜めひび割れ発生までは主にコンクリートによってせん断力に抵抗するため、LM の斜めひび割れ発生時のせん断力の低下は石灰石骨材の割れやすさによるものと考えられる。斜めひび割れ発生時せん断力は LM-D4、LM-D10 とともに低下しているにも関わらず、せん断補強筋が降伏したときのせん断力は LM-D4 のみで低下しており、せん断補強筋が LM-D4 と LM-D10 で異なる挙動を示したと考えられる。

表 2 使用材料と配合

配合名	コンクリート			主鉄筋		せん断補強筋			
	セメント	W/C(%)	使用骨材	呼び名	鉄筋比(%)	呼び名	鉄筋比(%)		
QP	BBC	50	石英斑岩	D25	2.94	D4	0.16		
						D10	0.79		
LM						石灰石		D4	0.16
							D10	0.79	

キーワード せん断強度、石灰石、せん断補強筋

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 社会基盤環境工学専攻事務室

TEL082-424-7819 E-mail: civil@hiroshima-u.ac.jp

そこで、せん断補強筋の影響を分析するため、にせん断力とそのせん断力を受けるときにせん断補強筋が受け持つ荷重の関係を示す。赤い○印で示したものが斜めひび割れ発生時のせん断力である。また、点線で示した計算値は修正トラス理論 $V=V_c+V_s$ を用いて求めており、図 2 におけるコンクリート負担分 V_c は本研究における斜めひび割れ発生時せん断力を用いている。

図 3 を見ると LM-D4 は斜めひび割れ発生後もせん断力は回復せず、理論値とほぼ同様の挙動を示したまま、せん断補強筋の降伏に至っている。一方、LM-D10 は斜めひび割れ発生後、LM-D10 の理論値に従わず斜めひび割れ時の低下分が回復し、最終的には QP-D10 の理論値とほぼ同様の挙動を示している。すなわち、LM における斜めひび割れ発生後の挙動はせん断補強筋比によって異なり、せん断補強筋比が小さい場合はその補強効果を十分に発揮できていないと思われる。

4. 結論・今後の課題

本研究における結論として、せん断補強筋を有する石灰石 RC はりのせん断力は十分なせん断補強がなされているときは、せん断補強筋によりその低下分が回復されるため、せん断補強筋降伏時のせん断力は低下しないことが

分かった。しかし、せん断補強筋比が小さい場合は十分に回復されない。また、せん断補強筋を有する石灰石 RC はりの斜めひび割れ発生時のせん断力は低下した。

参考文献

(1) P. E. Regan, I. L. Kennedy-Reid, A. D. Pullen and D. A. Smith: The influence of aggregate type on the shear resistance of reinforced concrete, The Structural Engineer, pp.27-32, 2005.

(2) J. Sagaseta and R. L. Vollum: Influence of beam cross-section, loading arrangement and aggregate type on shear strength, Magazine of Concrete Research, Volume 63 Issue 2, pp.139-155, 2011.

(3) 川井菜緒ほか: RC はりのせん断強度に及ぼす収縮および破壊エネルギーの影響, コンクリート工学年次論文集, Vol. 36, No. 2, pp. 451-456, 2014.7.

(4) 鈴木基行ほか: せん断補強筋を有する鉄筋コンクリートはりのせん断耐力評価に関する解析的研究, 土木学会論文集, 第 426 号, V-14, pp. 111-120, 1991.2.

(5) 二羽淳一郎, 山田一字, 横沢和夫, 岡村甫: せん断補強鉄筋を用いない RC はりのせん断強度式の再評価, 土木学会論文集, 第 372 号, V-5, pp.167-176, 1986.

表 1 載荷試験結果

供試体名	せん断補強筋	斜めひび割れ発生時(kN)			せん断補強筋降伏時(kN)		
		実測値	実測値平均		実測値	実測値平均	
QP-D4-1	D4	75.4	72.8		114.8	111.2	
QP-D4-2		70.2			107.5		
QP-D10-1	D10	-	79.4	QP に対する低下率(%)	-	228.0	QP に対する低下率(%)
QP-D10-2		79.4			228.0		
LM-D4-1	D4	60.0	62.6	14.0	83.3	94.5	15.0
LM-D4-2		65.2			105.7		
LM-D10-1	D10	58.6	59.2	25.5	229.0	232.1	-1.8
LM-D10-2		59.8			235.1		

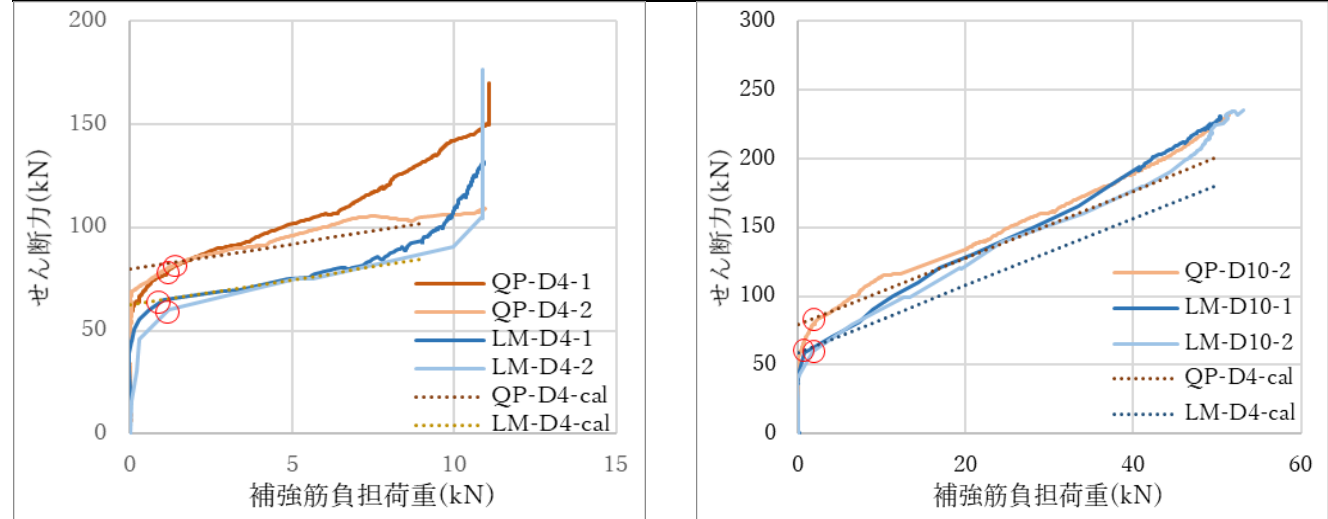


図 2 せん断力—補強筋負担荷重