

V-444

側方筋や AFRP テープ補強が RC 梁のせん断耐荷性状に与える影響

三井建設（株） 正 員 三 上 浩
 室蘭工業大学 正 員 岸 徳 光
 北海道開発局 正 員 佐 藤 昌 志
 室蘭工業大学 正 員 松 岡 健 一

1. はじめに

本研究では RC 橋脚などを模擬した側方筋を有する RC 梁に AFRP テープを巻付けた場合の補強効果を実験的に検討した。実験では側方筋が耐荷性状に与える影響を検討した後、3 種類の側方筋量のもとで AFRP テープを巻付けた梁と無補強の梁を比較し、AFRP テープのせん断補強効果や側方筋との加算則について検討を行った。

2. 実験の概要

試験体は表-1 に示す全 9 体である。試験体名のうち、第 2 項の 0, 4, 8 は側方筋の本数、第 3 項の 0, 10, 18 は AFRP テープの補強数を表す。図-1 に試験体の概要を示す。本実験では、AFRP テープのせん断補強効果の確認を容易にするためスターラップは配筋していない。また、 a/d (せん断スパン比) を 2.5 としている。用いたコンクリートは、平均圧縮強度が 30.30 MPa、弾性係数は 23.05 GPa、ポアソン比は 0.22 であり、アラミドシートは幅 3.75 cm で厚さ 0.286 mm、平均引張強度は 2.48 GPa である。なお、計測項目は荷重、梁中央の変位および下端鉄筋のひずみである。

表-1 試験体一覧

試験体名	側方筋本数	AFRP 補強数	体積補強割合 ρ (%)
A-0-0	0	0	-
A-4-0	4	0	-
A-8-0	8	0	-
A-0-10	0	10	0.10
A-4-10	4	10	0.10
A-8-10	8	10	0.10
A-0-18	0	18	0.20
A-4-18	4	18	0.20
A-8-18	8	18	0.20

3. 実験結果

3.1 荷重-変位関係

図-2 に荷重-変位関係を AFRP 補強数別にとりまとめた。AFRP 補強していない試験体の場合はいずれも小さな変位量で明瞭なせん断破壊を示し、側方筋本数の増加にともなってせん断耐力が増大している。AFRP 補強数を 10 (体積補強割合、 $\rho = 0.1$ %)、18 ($\rho = 0.2$ %) とした場合にも側方筋量が多くなるに従い、終局耐力が増加していることがわかる。また、側方筋のない A-0-10、A-0-18 の場合には主筋が降伏したため、他の試験体よりも最大変位量が大きくエネルギーも増大している。なお、A-0-18 は実験装置の制約変位 12 cm で加力を中止している。このように AFRP 補強数が同じ場合でも、側方筋の有無によって荷重-変位関係が大きく異なることに留意する必要がある。これは、側方筋がない場合は AFRP 補強によってせん断破壊から主筋降伏後の曲げ破壊モードに変化しやすいのに対して、側方筋がある場合は曲げ耐力も増加して曲げ破壊しにくくなり、破壊モードが変化しにくいことを示している。

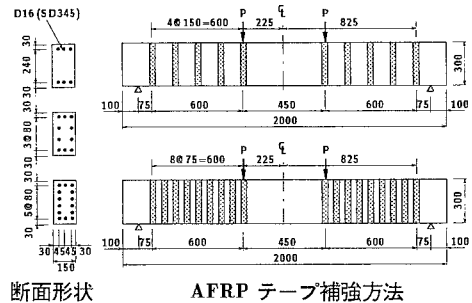
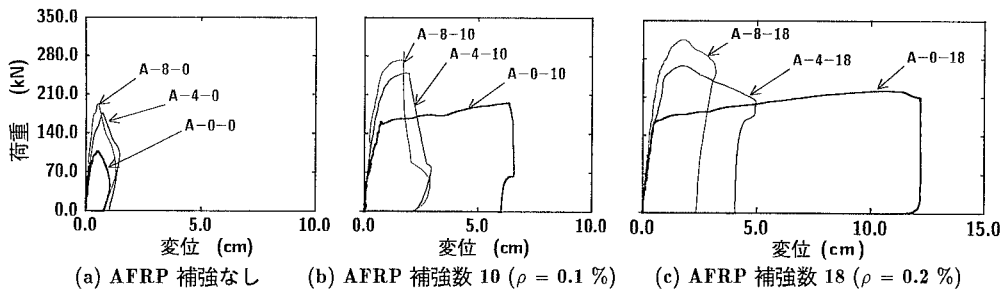
AFRP テープ補強方法
図-1 試験体の概要

図-2 荷重-変位関係

キーワード：RC 梁、側方筋、AFRP テープ、せん断補強、エネルギー吸収性能
 連絡先 〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 Tel 0143-47-3168 Fax 0143-47-3169

3.2 終局耐力と破壊形式

表－2 に計算結果と実験結果の一覧を示す。なお、せん断破壊した試験体に関しては安全余裕度（＝ 実測耐力 / 計算せん断耐力）を示した。計算曲げ耐力は材料の特性を用いて断面分割法によって算出した。計算せん断耐力のうち、コンクリート分担 V_c は土木学会コンクリート標準示方書設計編により部材係数 $\gamma_c = 1.0$ として算出し、AFRP テープ分担 V_f は文献 1) に準じて AFRP テープの設計引張強度を基準引張強度 2.06 GPa の 0.6 倍として算出した。表から、AFRP 補強した場合の安全余裕度は、AFRP 補強していない場合に比べ低下していることがわかる。

3.3 側方筋本数及び AFRP 補強量と終局耐力の関係

図－3 に全試験体の終局耐力と側方筋本数の関係を示す。AFRP テープを $\rho = 0.2\%$ で補強した場合は、側方筋本数の増加に対応して終局耐力がほぼ直線的に増加している。その他の場合は、側方筋が配置されることで大幅に終局耐力が増加するものの、側方筋本数を倍増しても耐力の増加はさほど顕著ではない。

図－4 に AFRP テープの体積補強割合と終局耐力の関係を示す。これより、側方筋の有無や本数に関わらず、AFRP 補強することで終局耐力が大幅に向上することが分かる。なお、 $\rho = 0.1\%$ と 0.2% の耐力差が無補強と 0.1% の差ほど顕著でないのは、 $\rho = 0.2\%$ では全ての試験体がせん断破壊を示さず曲げ破壊モードに移行したためと考えられる。

3.4 せん断補強効果

AFRP 補強後も明瞭なせん断破壊を示した $\rho = 0.1\%$ 試験体と無補強の試験体の比較により、側方筋と AFRP テープのせん断補強効果を定量的に検討する。表－3 にせん断耐力と耐力の増分を示した。表中、耐力の増分のうち、⑦ は側方筋がない状態での AFRP テープのせん断補強効果を示す。この耐力増分と既往のせん断耐力 V_1 の関係から、本実験における AFRP テープのせん断補強に関する有効率は基準引張強度 2.06 GPa に対して $K = 0.61$ であることがわかる。これは、設計用値 $K = 0.6$ を満足するものの安全率は小さい。理由として、試験体の断面寸法比が 1:2 と縦長であることが考えられる。なお、⑧、⑨ のように側方筋がある状態での AFRP 補強によるせん断耐力の増分は ⑦ に比べて小さい。

一方、耐力の増分 ⑩、⑪ は AFRP 補強していない状態での側方筋のせん断耐力向上効果を示し、⑫、⑬ は AFRP 補強した状態での側方筋の耐力向上効果を示す。⑩ と ⑫、⑪ と ⑬ の比較から（⑭ と ⑮）、側方筋のせん断耐力向上効果は、AFRP 補強することで 4.81～14.41 kN 程度低下することが分かる。これは、側方筋のせん断耐力向上効果と AFRP テープのその単純加算則が厳密には成立していないことを示している。

4. まとめ

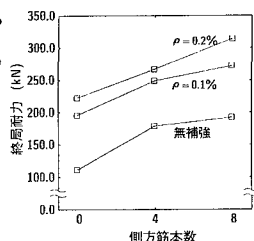
- (1) 側方筋を配置したり AFRP テープ補強することにより RC 梁の終局耐力は向上する。本実験での AFRP テープのせん断補強に関する有効率は、基準引張強度 2,06 GPa に対して $K = 0.61$ であった。
- (2) AFRP テープ補強した場合、側方筋のせん断耐力向上効果は若干低下する。すなわち、両者のせん断耐力向上効果の加算則は厳密には成立しないものと考えられる。

参考文献

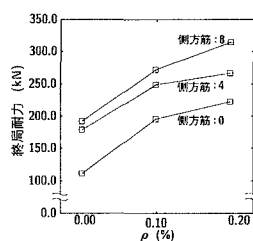
- 1) アラミド補強研究会：アラミド繊維シートによる鉄筋コンクリート橋脚の補強工法 設計・施工要領（案），1997

表－2 実験結果の一覧

試験体名	計算曲げ耐力 (kN)	計算せん断耐力 (kN)	実測耐力 (kN)	安全余裕度	破壊形式
A-0-0	171.71	76.30	110.82	1.45	せん断破壊
A-4-0	257.91		178.48	2.34	
A-8-0	317.34		192.21	2.52	
A-0-10	171.71	159.26	195.15	1.23	主筋降伏後せん断破壊（テープ破断）
A-4-10	257.91		249.09	1.56	せん断破壊（テープ破断）
A-8-10	317.34		271.64	1.71	
A-0-18	171.71	242.22	222.61*	-	破壊に至らず
A-4-18	257.91		266.74	-	主筋降伏後コンクリートの圧壊
A-8-18	317.34		313.81	-	



図－3 側方筋本数と終局耐力の関係



図－4 体積補強割合と終局耐力の関係

表－3 せん断耐力と耐力の増分

試験体名	せん断耐力 (kN)	AFRP 補強による耐力の増分 (kN)	側方筋による耐力の増分 (kN)	側方筋配筋時の AFRP 補強による耐力の増分差 (kN)
A-0-0	① 110.82	—	—	—
A-4-0	② 178.48	—	⑩=②-①, 67.47	—
A-8-0	③ 192.21	—	⑪=③-①, 81.11	—
A-0-10	④ 195.15	⑦=④-①, 84.53	—	—
A-4-10	⑤ 249.09	⑧=⑤-②, 70.12	⑫=⑤-④, 53.06	⑬=⑫-⑩, -14.41
A-8-10	⑥ 271.64	⑨=⑥-③, 79.72	⑬=⑥-④, 76.30	⑮=⑬-⑪, -4.81