高靭性セメント複合材料によるRC梁のせん断補強効果

武蔵工業大学　学生会員　○柴崎　佑典
武蔵工業大学　学生会員　桐生　有朋
武蔵工業大学　正会員　栗原　哲彦

１．はじめに

近年，複数微細ひび割れ型繊維補強セメント材料と呼ばれるセメント系複合材料が注目されている[1)]．この材料は，高靭性セメント複合材料とも呼ばれている．代表的な材料としては，HPFRCC や ECC などがある．この材料は，鋼材に類似したひずみ硬化型の引張－ひずみ挙動を示し高い引張ひずみ能力を発揮すること，および引張載荷時に複数微細ひび割れを発生することでひび割れ幅を抑制する能力を発揮することが特徴である．この高靭性セメント複合材料と鉄筋を組み合わせて用いた構造部材では，高靭性セメント複合材料の引張力およびせん断負担分を鉄筋の負担分に累加して考えることができる[1)]．

この鉄筋と組み合わせた場合のせん断負担に着目し， RC 梁部材のせん断補強効果を検討する．

２．実験概要

本研究では，せん断スパンに高靭性セメント複合材料を増厚補強した RC 梁の載荷試験を実施した．母材となる RC 梁を**表１**の普通コンクリートにより，また，増厚に使用する高靭性セメント複合材料（最大引張応力の平均値が 7.2(N/mm^2)，終局引張ひずみの平均値が 5(%)を示すもの）を同表の配合により作製した．母材となる RC 梁（70×100×700mm，主鉄筋；3D10）には，斜めひび割れ発生個所を限定するために，一方のせん断スパン内にスターラップを配置した．高靭性セメント複合材料による補強厚は 3，6，9mm の 3 種類とし，比較用の無補強の RC 梁を含めて，各 2 本の計 8 本の試験体を作製した．シリーズ名をそれぞれ増厚 3mm，増厚 6mm，増厚 9mm，増厚 0mm とする．試験体寸法を**図１**および 2 に示す．**図１**および 2 に示すように，スパン 600mm，モーメントスパン 200mm の 2 点載荷試験を実施した．最大荷重，載荷点変位，支点沈下をそ

表１　示方配合表

種類	W/B(%)	単位量(kg/m^3)							Ad(cc)	
		W	C	SF	S	G中	G小	F		
RC梁	60	174	290	－	829	633	317	－	①	373.75
									②	14.95
高靭性	30	340	823	274	607	－	－	26	③	18

セメント C：普通ポルトランドセメント（密度 3.14g/cm^3）
シリカフューム SF：(密度 2.20 g/cm^3)
細骨材 S：大石田鉱山産天然乾燥 7 号珪砂(平均粒度 135 μ m，密度 2.6 g/cm^3)
混和剤 Ad：①AE 減水剤，②AE 助剤，③高性能 AE 減水剤
繊維 F：PVA 繊維（長さ 12mm，15dtex）

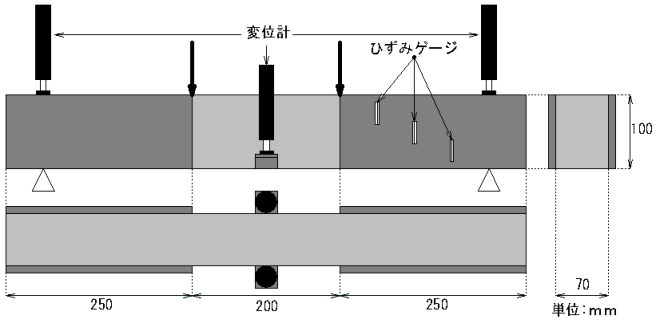

図１　RC 梁増厚試験体寸法

$$V_y=V_c+V_f \quad (1)$$

$$V_c=\beta_d\beta_v\beta_u f_{vc} bd=7.70kN \quad (2)$$

$$V_f=(f_{ty} d/\tan\beta_u)\cdot b_w\cdot d/\gamma_b \quad (3)$$

$$P_s=2V_y \quad (4)$$

ここに f_{ty}d：高靭性セメント複合材料の引張降伏強度(7.2N/mm^2)，β_u：軸方向と斜めひび割れ面のなす角度(β_u=27°として評価)，d：コア部の有効高さ(mm)，　b_w：高靭性セメント複合材料補強厚×2

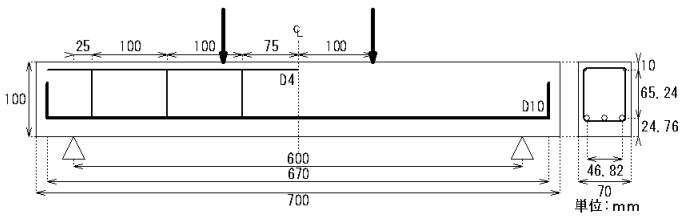

図２　配筋図

Key Words：増厚幅，ひび割れ，せん断補強，高靭性セメント複合材料

連絡先　〒158-8557　東京都世田谷区玉堤 1-28-1　武蔵工業大学都市工学科栗原研究室　ＴＥＬ03-3703-8423

れぞれ，ロードセルおよび変位計により計測した．さらに，せん断耐力評価は次式[2)]に従い，実施した．

３．実験結果

RC 梁部材に用いたコンクリート，ならびに増厚に使用した高靭性セメント複合材料の諸強度を表 3 に示す．載荷試験結果とせん断耐力評価との比較を**表 4** に示す．載荷試験から得られた荷重－変位曲線の一例を**図 3** に示す．無補強試験体は，斜めひび割れ(**図 4** 参照)が発生し，せん断破壊により終局した．

表 3　強度試験結果

種類	強度(N/mm^2)		
	圧縮	引張	曲げ
RC梁	32.1	2.7	3.9
高靭性	52.4	7.2	20.5

増厚幅 3mm の試験体では，1 体に斜めひび割れが見られた．このことから，増厚幅 3mm のうち 1 体では，せん断破壊により終局したと考えられる．増厚幅 3mm のもう 1 体の試験体では，増厚部分の高靭性セメント複合材料にひび割れが入ったが最終的には曲げ破壊で終局している．

表 4　耐力算定と試験結果の比較

種類		計算値(KN)		試験値(KN)	破壊形式
		せん断耐力	曲げ耐力		
増厚0mm	A	15.8	47.7	39.8	せん断
	B			32.0	せん断
増厚3mm	A	27.1	47.7	40.2	せん断
	B			34.4	(曲げ)
増厚6mm	A	38.5	47.7	48.5	曲げ
	B			41.5	曲げ
増厚9mm	A	49.8	47.7	37.3	曲げ
	B			44.3	曲げ

増厚幅 6mm の試験体では，2 体とも，増厚部分の高靭性セメント複合材料にひび割れは発生せず曲げ破壊した．また，増厚幅 9mm の試験体でも，高靭性セメント複合材料にひび割れは入ることなく曲げ破壊した(**図 4** 参照)．母材の RC 梁部材と増厚した高靭性セメント複合材料は，全増厚試験体で剥離等は見られず付着は良好であった．試験後に高靭性セメント複合材料を剥がして確認した結果，高靭性セメント複合材料と同じ形状のひび割れが母材の RC 梁部材でも確認できた．

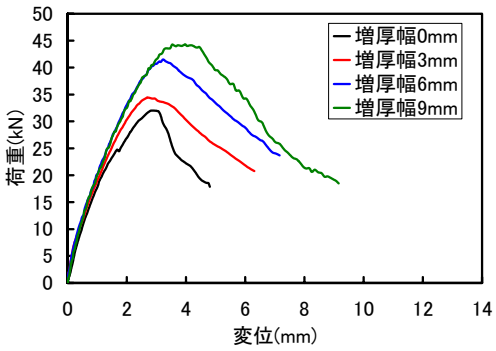

図 3　荷重－変位関係（一例）

以上より，RC 梁部材に増し厚する高靭性セメント複合材料の増厚幅によって，せん断破壊から曲げ破壊に破壊形式が移行した．増厚幅が 3mm では，完全に曲げ破壊に移行することはできなかった．また，高靭性セメント複合材料の増厚幅が 6mm 以上の場合，せん断破壊から曲げ破壊に移行することが確認できた．

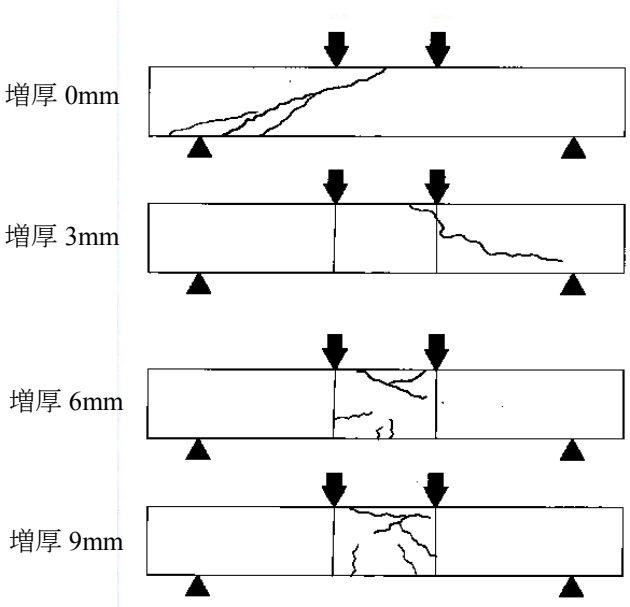

図 4　ひび割れスケッチ（一例）

４．まとめ

以上より，本研究から得られた知見は以下のとおりである．

(1)高靭性セメント複合材料の増厚幅が 3mm の試験体では，せん断破壊，もしくは曲げ破壊した．増厚幅が 6mm 以上では試験体は，すべて曲げ破壊した．

(2)母材の梁部材と増厚部分の高靭性セメント複合材料のひび割れ形状は，同じ形状を示した．

以上より，高靭性セメント複合材料による RC 梁部材の増厚によるせん断補強効果が確認された．

参考文献

1)六郷恵哲・横田弘・坂田昇・閑田徹志：土木学会「複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料(HPFRCC)設計・施工指針(案)」の概要，コンクリート工学，Vol.45，No.3，pp.3～9，2007

2)（社）土木学会：複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料設計・施工指針（案），コンクリートライブラリー，CL127，pp.30～31，2007/5