

炭素繊維シートによる T 型 RC 橋脚梁部のせん断補強効果に関する研究

九州工業大学大学院
阪神高速道路公団

学生会員
正会員

阿部弘典
松本 茂

九州工業大学
(株)オリエンタルコンサルタンツ

正会員
正会員

幸左賢二
橋場 盛

1. はじめに

本実験では、支承を有するT型RC橋梁の梁部を対象として、炭素繊維シートを一定の間隔で帯状に巻き立てる工法のせん断補強効果を検討した。最大荷重時における炭素繊維シートとコンクリートのせん断力の分担の割合および抵抗メカニズムを把握することを目的に、ひび割れ幅の計測結果を用いて詳細な評価を行った結果について述べる。

2. 実験概要

本実験は、T 型の RC 橋脚の梁部を対象モデルとした。各支承部断面についてせん断力を照査した結果、耐力の余裕が最も少ない梁付根部を検討断面とした。せん断スパン比はディープビームの影響が混在しないように $a/d=2.5$ とし、引張主鉄筋比は実橋と同等の $\rho_f=2.03\%$ とした。また、供試体耐力は補強によるせん断補強効果を評価することを目的としているので、補強後もせん断破壊となるように設定している。表-1 に供試体諸元を示す。Case1 は無補強、Case2～5 はシートの補強効果を評価するシリーズである。なお、炭素繊維シートの物性値は、引張強度 (4840N/mm^2) 、シート厚 (0.11mm) 、弾性係数 $(2.53\times 10^5\text{N/mm}^2)$ である。

3. 実験結果

図-2 に Case1 および Case5 の最大荷重時における破壊性状を示す。Case1 は鉛直荷重 350 (kN) で初期せん断ひび割れが供試体中央部および下端部付近から発生し、その後せん断ひび割れが進展し、420 (kN) で最大荷重に達しせん断破壊に至った。一方、補強供試体 (Case5) は鉛直荷重 480 (kN) で初期せん断ひび割れが中央付近から発生し、続いて鉛直荷重 590 (kN) でせん断ひび割れの進展と共に、シートの剥離が生じ始めた。さらに载荷を進めると 770 (kN) でシートの剥離面積が 80%に達し、最終的に 790 (kN) において最大荷重に達しシートが破断した。なお、シートの破断箇所は、概ねせん断ひび割れ箇所と一致している。一方、

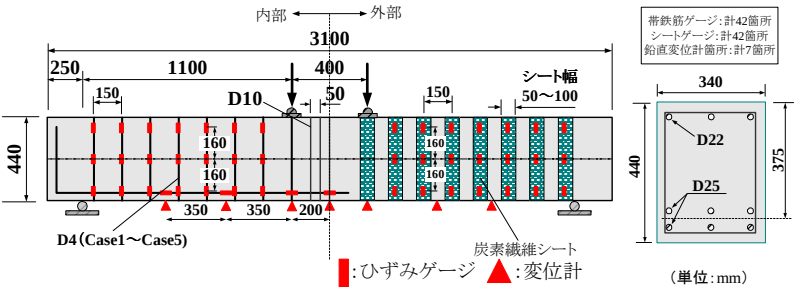


図-1 供試体形状

表-1 供試体諸元

供試体	CFシート幅(mm)	Pyo/(Vc+Vs) 【設計値】	最大荷重(kN)	補強耐力(kN)	補強せん断耐力(kN)		せん断補強効率α
					実験値	設計値	
Case1	無補強	2.3	420	-	-	-	-
Case2	50	1.42	547	127	64	116	0.548
Case3	75	1.19	719	299	150	174	0.862
Case4	87.5	1.07	705	285	143	202	0.702
Case5	100	1.02	790	370	185	232	0.799

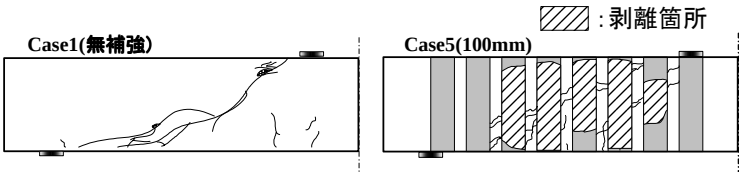


図-2 最大荷重時における供試体破壊性状

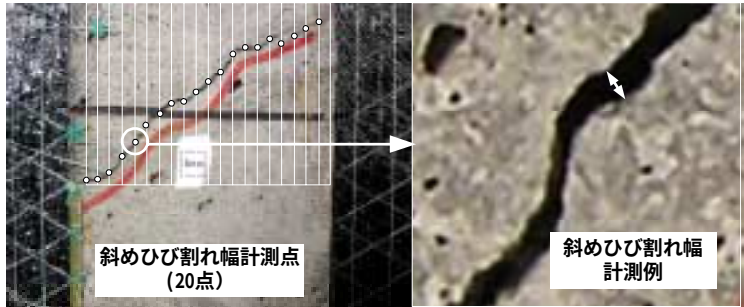


図-3 ひび割れ計測方法

キーワード

せん断補強，炭素繊維シート，せん断補強メカニズム，ひび割れ幅

連絡先

〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1

ひび割れ測定方法は図-3に示すように、荷重状態の主要なひび割れ幅を測定するため、上、中、下段3箇所のひび割れ発生箇所にデジタルカメラを用いて、ひび割れ幅の記録を行った。その後、各荷重ステップ毎に画像診断支援ソフトを用いて、各20断面ずつ計60断面を計測した。評価方法としては各断面での主要ひび割れ幅の平均値を用いている。

図-4, 5には、それぞれひび割れ面に沿って算出されたひずみ量をもとに式(1), (2)により算出したシート負担耐力（以下 V_{cf} と称す）およびコンクリート耐力（以下 V_c と称す）と鉛直変位の関係を示す。 V_{cf} はひび割れが横切るシート5本を対象として算出した。

$$V_{cf} = \Sigma (\text{実測ひずみ} \times \text{弾性係数} \times \text{断面積}) \quad (1)$$

$$V_c = V (\text{供試体耐力}) - V_{cf} \quad (2)$$

これらによると、各ケースともまずコンクリートがせん断に抵抗し、せん断ひび割れ発生時（鉛直変位 5mm 付近）において V_c の値が最大となる。その後は V_c が低下するため、シートがせん断力を負担し始める。なお、 V_c が最大値の3/4程度まで低下する際の勾配は各ケースともほぼ等しいが、その後は補強量の増加に伴い V_c の低下が緩やかとなる傾向にあり、最大荷重時には、 V_c は最大値の約半分程度まで減少する結果となる。

次に、各ケースの供試体のひび割れ幅－荷重関係を図-6に示す。これによると、補強量が増加するにしたがってひび割れ発生荷重が増加しており、1mm 程度までひび割れ幅が進展すると、その後はひび割れ幅の進展が緩やかになり最大荷重時におけるひび割れ幅が小さくなっている。これは、補強量が増加することで拘束効果の向上により、せん断ひび割れが分散および抑制されたためと考えられる。

また、 V_c とひび割れ幅の関係を図-7に示す。これによると、若干の差異はあるものの V_c とひび割れ幅の間には補強量の違いによらず相関が見られ、ひび割れ幅の進展に伴い V_c が低下している。なお、 V_c が最大値の半分程度まで低下した時点でのひび割れ幅に着目すると、Case3～Case5 についてはせん断ひび割れ幅が平均で 1.5mm となっている。したがって、せん断ひび割れ幅が 1.5mm 程度まで進展するとコンクリートの負担するせん断力は最大値の半分程度まで低下すると考えられる。

4. まとめ

- (1) 補強量が増加すると拘束効果の向上によりひび割れ幅の進展および V_c の低下を抑制する効果がある。
- (2) せん断ひび割れ発生以降のコンクリートの負担するせん断力 V_c は低下し、ひび割れ幅が 1.5mm 程度まで進展すると、 V_c は最大値の半分程度まで低下すると考えられる。

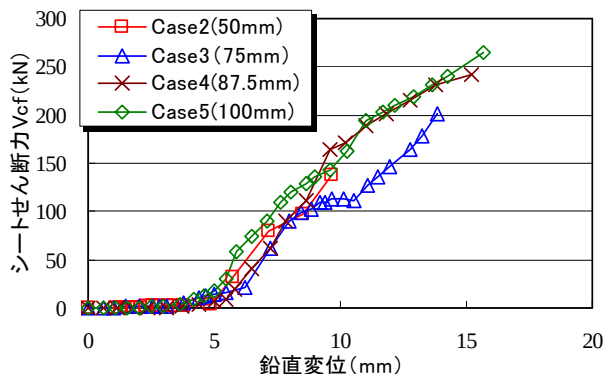


図-4 シートの負担するせん断力

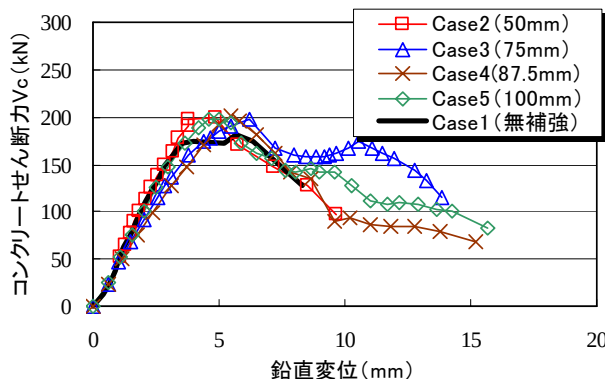


図-5 コンクリートの負担するせん断力

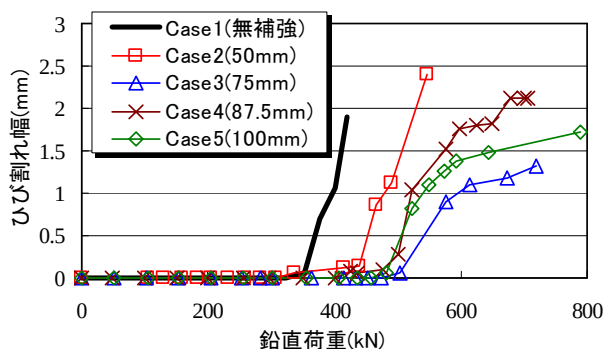


図-6 ひび割れ幅－荷重関係

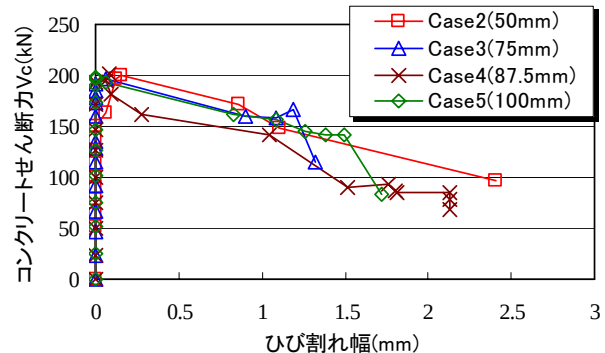


図-7 V_c の低下とひび割れ幅の関係