

V-27 自己収縮による拘束応力を緩和した RPC 補強 RC 梁部材に関する研究

愛媛大学 学生会員〇 十河 浩
 (株)愛橋技術部 正会員 小西 吉満

愛媛大学 正会員 氏家 勲
 (株)愛橋技術部 沼田 正人

1. はじめに

著者等は、既往の研究において反応性粉体コンクリート¹⁾ (Reactive Powder Composite, 以下 RPC と表記) で RC 梁部材の引張応力作用側の一部を補強することにより、使用限界状態で考慮する曲げモーメントが作用した場合にひび割れの発生を許容しない RPC 補強 RC 梁部材について検討してきた。その研究では使用限界状態でひび割れ発生させないという結果が得られたものの、RPC の大きな自己収縮に伴う拘束応力のために設計強度よりも低いモーメントでひび割れが発生する結果となった。そこで本研究では、自己収縮による拘束応力を緩和し、RPC の高い引張強度を十分に生かした RPC 補強 RC 梁部材について検討する。

2. 実験方法

既往の研究では図-1 に示す補強方法で基本となる長方形断面 RC 梁 (引張鉄筋 2D16) を補強した。しかし、RPC が鉄筋により拘束を受けるため、弾性解析による計算値以下でひび割れに到ったことは上述したとおりである。本実験では図-2 で示すように鉄筋を RPC 断面内に配筋しない方法で、RPC の自己収縮による拘束の影響を受けないようにした。RPC は繊維入りの (FRPC) と繊維なしの (NRPC) の二種類を用いた。また、コンクリートと RPC の一体性の確保方法は、RPC のコンクリートとの接面に高さ 1cm、幅 2cm の凹凸を設ける方法と、スターラップを RPC 内に配筋する方法の二通りの方法を取った。それぞれの梁のスパン長は 150cm とし、スターラップ (φ6) は 10cm 間隔で配筋した。U 字型補強の理由は、RPC 底面より先にコンクリート底面にひび割れが発生する恐れがあったためである。試験は、スパンの三等分点に載荷する二点載荷試験を行った。試験では、引張鉄筋ひずみ、底面ひずみ、スパン中央 50cm 間のたわみをそれぞれの梁で測定した。

3. 実験結果及び考察

・ひび割れ発生モーメントの実測値

図-3 に載荷試験から得られた底面ひずみの一例を示す。ひび割れ発生モーメントは図-3 に示すような底面ひずみや、他の結果からひずみ増大直前のモーメントを読み取り、決定した。UF30 では 10.03 kN・m, UN30 では 2.05 kN・m, UFS30 では 6.53 kN・m でひび割れが発生した。UFN30 は NRPC 養生段階でスターラップ配筋位置からひび割れが発生したため、載荷試験を実施できなかった。

・使用限界状態で作用する曲げモーメント

本研究において基本となる RC 梁部材に使用限界状態で作用する曲げモーメントを土木学会コンクリート示方書による許容ひび割れ幅²⁾より求めた。その結果、モーメントは 9.08 kN・m と算定された。

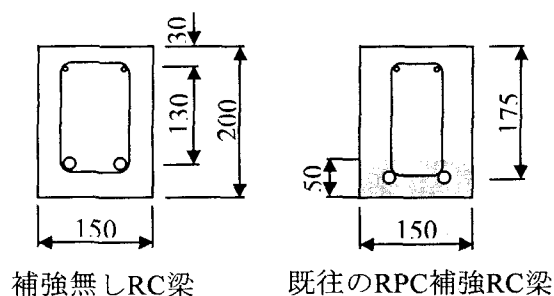


図-1 RC梁断面図

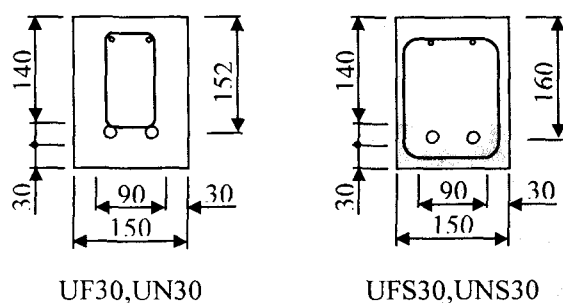


図-2 拘束応力の緩和を図ったRC梁断面

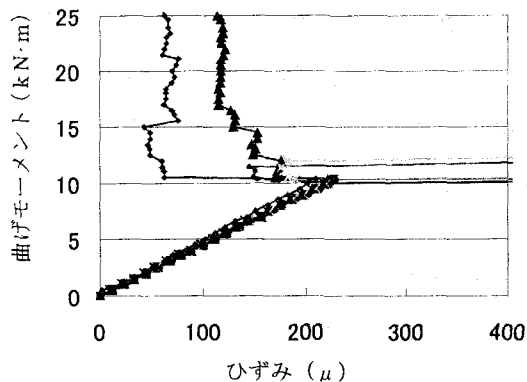


図-3 UF30 底面ひずみ

・ひび割れ発生モーメントの解析

RPC 補強 RC 梁の解析には従来の鉄筋コンクリートの解析に用いられる弾性計算を用いた。表-1 には強度試験から得られたそれぞれの力学的性質を示す。梁底面の引張応力が表-1 に示す引張強度に達するとき作用するモーメントを計算値としてそれぞれの実験結果とともに表-2 に示す。計算値から、UN30 は NRPC の引張強度が想定より低い値だったため、使用限界状態で考慮する曲げモーメント以下でひび割れが発生するが、その他の断面では自己収縮による拘束応力を緩和できれば、使用限界状態でひび割れが発生しないということがいえる。

・結果と考察

表-2 の解析結果と実験結果について見てみる。UF30 は使用限界状態に考慮するモーメントが作用してもひび割れが発生しないという結果を得た。さらに、解析結果よりも高いモーメントでひび割れが発生したことから、自己収縮による拘束応力によるロスがなかったものと思われる。UFS30 はスターラップに RPC が拘束されて、解析結果より低いモーメントでひび割れが発生したと思われる。UN30 に早期にひび割れが発生した原因として、NRPC に施工時に欠陥が生まれ応力集中が起きたものと思われる。

図-4 にそれぞれの引張鉄筋ひずみと曲げモーメントの関係を示す。図-5 にそれぞれのたわみと曲げモーメントの関係を示す。この二つの図をみると UF30 と UFS30 は使用限界状態で考慮するモーメント作用時まで弾的にひずみとたわみが増加していることがわかる。さらに、同じモーメント作用下で RC とそれぞれのひずみ量とたわみ量を比べてみると、RC より非常に小さい値を示していることがわかる。終局モーメントも RC に比べ高く、これは繊維が引張応力の一部を負担するためだと考えられる。破壊は曲げ引張破壊であった。

4. まとめ

- 1) UF30 は拘束応力の発生を抑え高いひび割れ発生モーメントをもつ補強方法だといえる。また、RPC 使用率もおさえられ、合理的かつ経済的補強方法である。
- 2) 終局モーメントやたわみ量からみても繊維により梁の性能は大きく向上するといえる。

以上のように、本研究の目的である拘束応力を緩和した使用限界状態に曲げひび割れが発生しない梁の開発は可能である。

<参考文献>1)日本コンクリート工学協会:高靱性セメント複合材料の性能評価と構造利用研究委員会報告書, 2002. 2)土木学会:平成8年制定コンクリート標準示方書〔設計編〕, 1996.

表-1 力学的性質

	コンクリート	FRPC	NRPC
引張強度 (N/mm ²)	3.49	11.75	10.41
圧縮強度 (N/mm ²)	35.40	179.30	122.60
弾性係数 (kN/mm ²)	25.42	52.27	47.21

表-2 解析結果と実験結果

	ひび割れ発生モーメント (kN・m)	
	計算値	実測値
UF30	9.49	10.03
UN30	8.80	3.05
UFS30	9.65	6.53
UNS30		

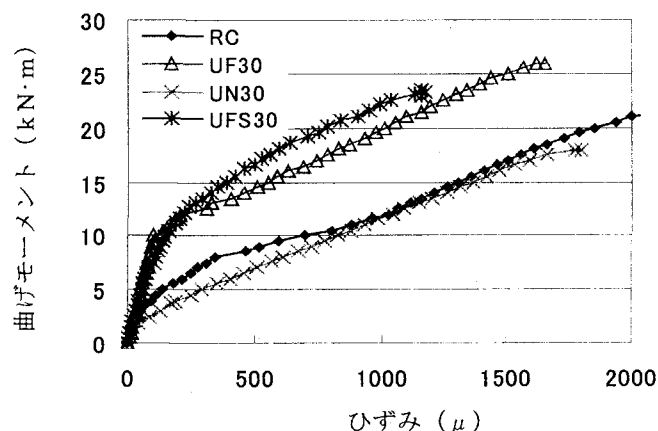


図-4 引張鉄筋ひずみ

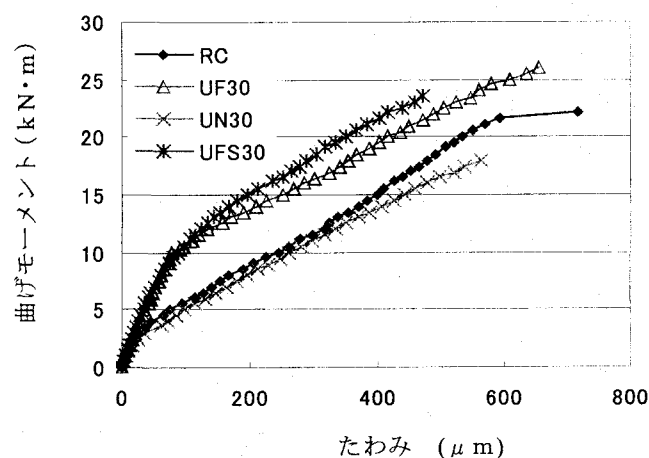


図-5 中央 50cm 間のたわみ