

高強度繊維補強モルタルにより巻立て補強した RC 部材のせん断耐力に関する解析的検討

東急建設株式会社 正会員 ○笠倉 亮太 黒岩 俊之
 公益財団法人鉄道総合技術研究所 田所敏弥
 東京都立大学大学院 都市環境科学研究科 宇治公隆

1. はじめに

筆者らは施工困難箇所適用可能かつ、施工の省力化、省人化による生産性の向上を目的とした耐震補強 CB パネル工法の開発を行っている^{例えば1)}。CB パネル工法の概要を図1に示す。CB パネル工法は、プレキャストパネル（以下、パネル）、パネル組立用鋼材（以下、接続鋼材）および高強度繊維補強モルタル（以下、モルタル）を用いた耐震補強工法であり、パネルを埋設型枠として接続鋼材とボルトを用いて既設柱周りに配置し、既設柱との隙間にモルタルを充填するものである。補強鉄筋の組立と型枠組立・脱型および支保工を省略することにより、施工の効率化、短期施工を可能としている。

筆者らはこれまでに、本工法による補強を行った RC 部材の載荷試験を実施し、モルタルのひずみを計測し、せん断耐力の評価方法を検討している^{1),2)}。本工法にて使用するモルタルは、引張強度が 8.0N/mm²程度であり、UFC 指針³⁾に示される値を満足する材料である。これまでの実験結果から、パネルは最大せん断力時にひび割れが発生しており、せん断耐力の累加ができないものと考えられる。一方、モルタルは、ひび割れ発生後もコンクリートに発生した斜めひび割れを拘束しており、最大せん断力時に UFC 指針³⁾に示される一定の応力保持領域にあることを実験的に確認していることから、せん断耐力の向上が期待できると考えられる^{1),2)}。



しかしながら、実験的検討では、ひび割れ位置や計測位置の影響を受け、モルタルのひずみを計測することが困難であり、ひずみを過小評価している可能性がある。そこで、これまでの載荷試験の試験体²⁾をモデルとした FEM 解析を実施することで、せん断力とモルタルのひずみの関係を解析的に検討することとした。

2. 解析概要

解析対象は、これまでに実施した載荷試験²⁾における No.3 とした。試験体諸元を表1に示し、試験体の配筋図および補強図を図2、解析モデルを図3に示す。

解析モデルは、試験体が非対称であることから、3次元の実大モデルとした。各部材の要素は、コンクリー

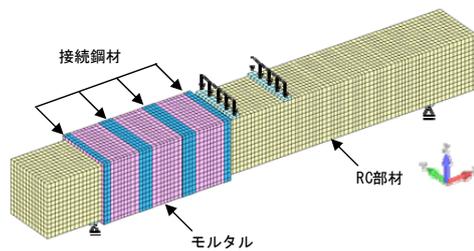
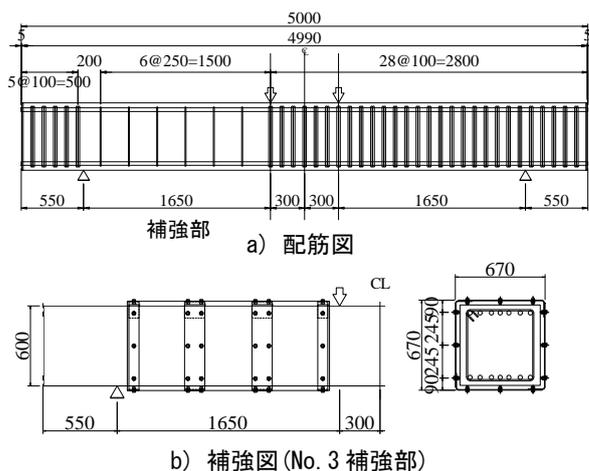


表1 試験体諸元

No	断面形状		せん断 スパン L_a mm	鉄筋				モルタル 厚さ t_m mm	接続鋼材	
	幅 b mm	高さ h mm		軸方向		せん断補強			厚さ_間隔 mm	接合 方法
				規格_径_本数	鉄筋比 %	径_間隔 mm	鉄筋比 %			
3	600	600	1650	SD900*1_D32_14	1.72	SR235_φ9_250	0.085	35	4.5_500	ボルト

*1: 熱処理

キーワード 鋼繊維, 配向性, UFC, 耐震補強

連絡先 〒252-0244 神奈川県相模原市中央区田名 3062-1 東急建設株式会社 技術研究所 Tel:042-763-9507

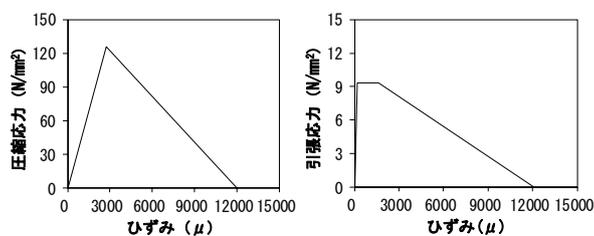


図4 モルタルの材料特性

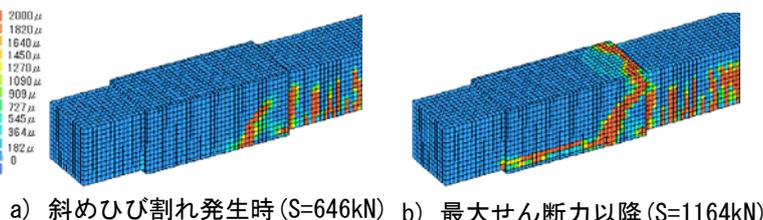


図6 モルタルの最大主ひずみの分布

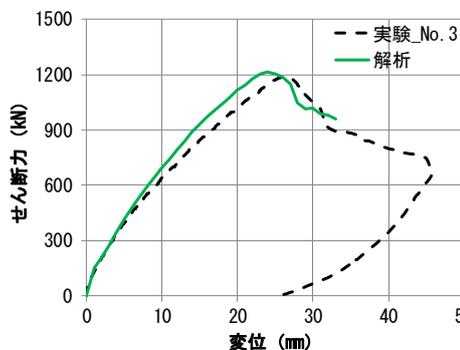


図5 せん断力-変位関係



図7 損傷状況 (載荷試験)

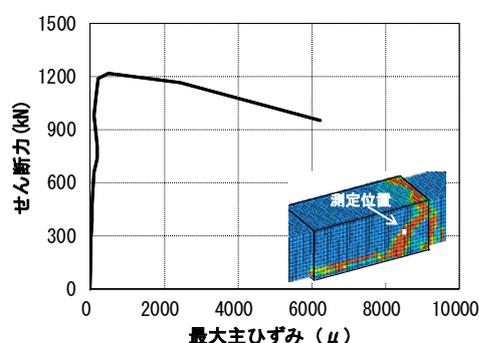


図8 せん断力-最大主ひずみ関係

トおよびモルタルはソリッド要素、接続鋼材のボルト接合は、既往の結果²⁾からモデル化せず、シェル要素にて周方向に連続体とした。鉄筋はソリッド要素内の任意位置に鋼材を配置可能な埋込鉄筋要素である。コンクリートと鉄筋は完全付着とし、モルタルと接続鋼材間の接触は、インターフェース要素を配置し、法線方向の圧縮のみ剛とするノーテンションモデルとした。また、コンクリートとモルタルは完全付着としている。材料特性値は、既往の実験²⁾の材料試験結果を使用し、コンクリートの引張破壊エネルギーは鉄道標準⁴⁾、圧縮破壊エネルギーは既往の研究⁵⁾により算出した。モルタルの圧縮、引張特性は、既往の実験²⁾に示す応力変位関係および UFC 指針³⁾を参考に応力ひずみ関係を設定した。モルタルの材料特性を図4に示す。載荷は実験の載荷位置にて-z方向の強制変位を漸増させた。

3. 解析結果

せん断力と変位の関係を図5、モルタルの最大主ひずみの分布を図6、載荷試験時の損傷状況の概要を図7に示す。図中に示すせん断力は、補強部側の支点反力であり、実験結果を併せて示している。せん断力と変位の関係では載荷試験結果と比較して、試験体の剛性、最大荷重がやや大きくなっている。載荷試験では、最大荷重時までには数本の斜めひび割れが発生し、せん断破壊に至っている²⁾。ひび割れの進展状況が影響し、試験体の剛性や最大せん断力が相違しているものと考えられる。しかしながら、図6に示す最大主ひずみの分布では、最大せん断力時には、斜めひび割れが卓越した破壊となっており、解析モデルは試験体の損傷状況

を表現できているものと考えられる。せん断力とモルタルの最大主ひずみ関係を図8に示す。モルタルの最大主ひずみは、最大せん断力時以降にひずみが伸びており、最大せん断力時においても引張応力が低下する領域ではないと考えられる。このことから、せん断耐力の累加が可能なものと考えられる。

5. おわりに

本検討で得られた所見を以下に示す。

- 1) 載荷試験を対象とした FEM 解析では、剛性や最大荷重がやや相違するものの、載荷試験の損傷状況は再現できているものと考えられる。
- 2) 本工法で使用するモルタルは、ひび割れ発生後もコンクリートに発生した斜めひび割れを拘束しており、最大せん断力時においても応力が低下する領域ではなく、せん断耐力の累加が可能なものと考えられる。

参考文献

- 1) 笠倉亮太他：プレキャストパネルと高強度繊維補強モルタルを用いた耐震補強工法のせん断耐荷特性に関する実験的検討, コンクリート工学論文集, Vol.29, pp.55-62, 2018.
- 2) 笠倉亮太他：高強度繊維補強モルタルにて巻立て補強した RC 部材のせん断耐力に関する実験的検討, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, vol.18, p.203-208, 2018
- 3) (社)土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案), コンクリートライブラリー113, 2004.
- 4) 運輸省鉄道局監修, 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造), 1992.
- 5) Edited By P.Benson Shing, Tada-aki Tanabe : Modeling of Inelastic Behavior of RC Structures under Seismic Loads, ASCE, pp.471-487, 2001.

謝辞

実験の実施には、(株)ホクコンにご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。