

論文 超高強度繊維補強コンクリート及び高強度モルタルを充填部に用いた接合部のせん断性能に関する実験的研究

衣笠 秀行^{*1}・向井 智久^{*2}・白井 一義^{*3}・福山 洋^{*4}

要旨：超高強度繊維補強コンクリート(以下 UFC)で作成されたプレキャスト(以下, PCa)パネルを用いた鉄筋コンクリート構造物の耐震補強方法の開発を目標に, このために必要な PCaUFC パネル接合部の力学的性能に関する基礎データの収集及び評価方法の確立を試みた。接合部せん断実験を基に, UFC-UFC 及び UFC-高強度モルタル接合面における, 接合筋及びコッターのせん断耐力(接合筋のせん断降伏耐力とダウエル支圧破壊耐力及び, コッターのシアオフ耐力と支圧耐力)に対する耐震改修指針¹⁾やプレキャスト指針²⁾に示されている評価式の適用性の検討及び, より精度の高い評価式の提案を行った。

キーワード：耐震補強, 超高強度繊維補強コンクリート, 接合部, せん断伝達, ダウエル, コッター

1. はじめに

1995 年の兵庫県南部地震における地震被害の教訓から, 近年, 既存不適格建物の耐震診断・耐震補強が急ピッチで進められているが, 公共建築物(特に, 学校建築物)と比較して, 民間建築物では思うように耐震化が進行していないのが現状である。

最近の地震被害から経済損失が注目を浴びるようになり, 経済活動の場を提供する建築物としての民間建築物の耐震性の重要性が指摘されている。一方で, 民間建築物の耐震補強は, 補強後の機能性の維持, 補強工事中の業務継続や工事期間の許容限界, また, 強く求められる経済性など, 公共建築物と比較し耐震補強に際して様々な制約が存在する。民間建築物の耐震化率向上のためには, 建築計画学・建築構造学・経済学の観点からより効果的で効率的な耐震補強方法の開発が望まれる。

本研究は, 高靱性で超高強度の繊維補強コンクリート(圧縮強度 200N/mm^2 , 鋼繊維混入量 2%(体積比), 以下「UFC」と呼ぶ)で作成されたプレキャスト(以下, PCa)パネルによる鉄筋コンクリート構造物の効果的な耐震補強方法の開発を目標に, このために必要な PCa パネル接合部の力学的性能に関する基礎データの収集及び評価方法の確立を試みたものである。

2. PCaUFC パネル補強と接合部

開発目標としている耐震補強方法は PCaUFC パネルを図-1 に示すように既存 RC 構造フレーム内に組み入れ, 図-2 に示す接合方法を用いることによって耐震性能の向上を図るものである。この接合方法は既往の鉄骨枠組みブレース補強等に使用されている間接接合を基にし

た接合方法であり, 応力伝達は充填材料を介してアンカー筋・スタッド筋(以下, 接合筋), また, コッターによりせん断力の伝達を行う。接合部充填材料には UFC と高強度無収縮モルタル(以下, 高強度モルタル)を用い, UFC を採用した場合には接合部補強用のスパイラル筋はなしとしている。

充填性や収縮・養生の問題から, UFC の現場打設は難しいとされているが, その力学的性能の高さから現場打設による接合部への適用が有望と考えられ, 施工性能を含めた開発課題としている。これらの施工性能等については別報で報告予定である。

補強計画を行う上で, せん断伝達性能が未知の, PCaUFC パネルと充填部の間におけるスタッド筋・コッターによるせん断伝達挙動及び, 充填部のせん断終局強度等に関する基礎データ及び評価方法の確立が求められる。

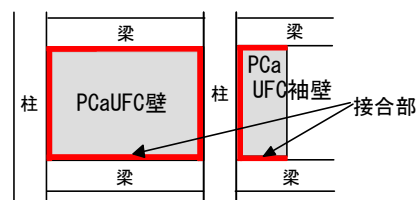


図-1 UFCパネル補強と接合部

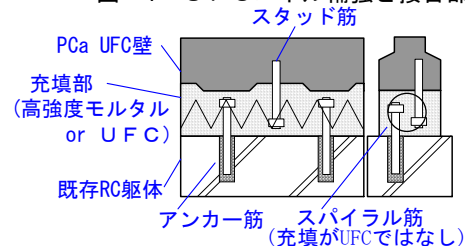


図-2 開発対象とする接合方法

*1 東京理科大学 理工学部建築学科 教授 工博 (正会員)

*2 独立行政法人 建築研究所 工博 (正会員)

*3 太平洋セメント株式会社 中央研究所 工博 (正会員)

*4 独立行政法人 建築研究所 工博 (正会員)

3. 接合部要素一面せん断実験

3.1 実験の目的と試験体概要及び加力計画

一面せん断実験は UFC(PCa 部)-UFC(充填部)及び、UFC(PCa 部)-高強度モルタル接合面のせん断伝達挙動、具体的には、接合筋及びコッターのせん断伝達能力を明らかにすることを目的としている。

図-3 に加力装置及び試験体の概要を示す。接合面に純せん断の繰り返し载荷を行い、せん断力と接合部せん断変位（接合部のずれ）及び垂直変位（接合面のむがり）の計測を行った。接合面に垂直に3本の接合筋(D19)が配されており、コッターが設けられているものといないものがある。なお、非常に大きなせん断変位における耐力は設計上有効とは考えられないので実験で与えるせん断変位を正負9mmまでとした。

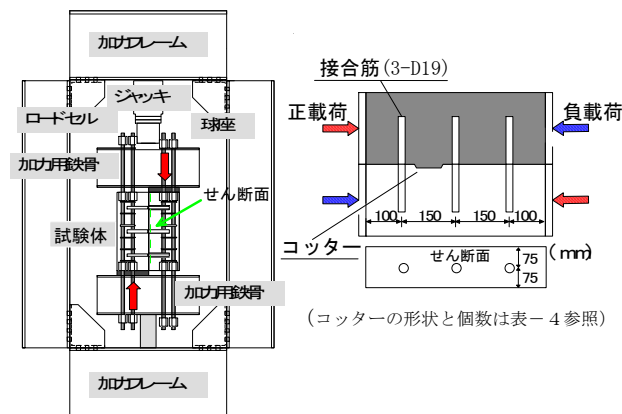


図-3 载荷装置と試験体の概要

3.2 実験パラメータ

試験体一覧を表-1 に示す。実験パラメータは、境界面の種類 (UFC-UFC・UFC-高強度モルタル)、接合筋の埋め込み長さ・強度、コッターの形状・個数 (表-4 参照) である。表-2 に使用材料の一覧を示す。PCa 部 UFC 及び高強度モルタルの強度はそれぞれ、おおよそ 200,100(N/mm²)である。また、充填部 UFC は通常の UFC (PCa 部 UFC) で行う工場における蒸気養生を行わず、現場養生で到達する強度を想定して簡易な熱養生としたものであり、強度は通常の UFC に対して 15%程度低いものとなっている。

表-1 試験体一覧表

No	材料	鉄筋強度 (N/mm ²)	接合筋埋め込み長さ	表面仕上げ
S1-1	UFC-UFC (充填部-PCa壁部)	SD345	7da	テフロン
S1-2				平滑
S1-3				平滑+円筒コッター
S1-4				平滑+矩形コッター
S1-5				平滑+矩形コッター
S1-6				平滑+矩形コッター
S1-7				テフロン
S1-8				SD345
No	材料	鉄筋強度 (N/mm ²)	接合筋埋め込み長さ	表面仕上げ
S1'-1	高強度モルタル-UFC (充填部-PCa壁部)	SD345	7da	テフロン
S1'-2				平滑
S1'-3				平滑+矩形コッター
S1'-4				平滑+矩形コッター
S1'-5				SD295

注：S-3,4,5,6及びS1'-3,4のコッターの形状・寸法・個数は表-4参照

表-2 使用材料の力学的特性

No	接合筋	充填UFC		PCaUFC	
	降伏応力度 N/mm ²	圧縮強度 N/mm ²	割裂強度 N/mm ²	圧縮強度 N/mm ²	割裂強度 N/mm ²
S1-1	402	163	11.6	194	13.0
S1-2	402	163	11.6	194	13.0
S1-3	402	163	11.6	194	13.0
S1-4	402	163	11.6	194	13.0
S1-5	400	165	5.2	231	10.4
S1-6	400	165	5.2	231	10.4
S1-7	717	165	5.2	231	10.4
S1-8	370	157	8.9	213	13.4
No	接合筋	高強度モルタル		PCaUFC	
	降伏応力度 N/mm ²	圧縮強度 N/mm ²	割裂強度 N/mm ²	圧縮強度 N/mm ²	割裂強度 N/mm ²
S1'-1	432	107	5.0	184	10.4
S1'-2	432	107	5.0	184	10.4
S1'-3	432	107	5.0	184	10.4
S1'-4	432	84.4	5.6	184	10.4
S1'-5	341	76.9	3.6	213	13.4

4. 接合筋のせん断伝達挙動

接合筋によるせん断伝達耐力は、接合筋のせん断降伏で決まる耐力(以下、接合筋せん断降伏耐力)と接合筋縁の UFC あるいは高強度モルタルの支圧破壊で決まる耐力(以下、ダウエル支圧破壊耐力)の2つが考えられる。

4.1 UFC に埋め込まれた接合筋のせん断伝達

図-4 に UFC(PCa 部)-UFC(充填部)接合面に接合筋を配した S1-1,7,8 のせん断荷重-せん断変位関係を示した。なお、接合筋以外の接合面はテフロンによって絶縁されており、ここで得られたせん断耐力には接合面の固着耐力等は含まれていない。

耐震改修指針¹⁾に示されている接合筋せん断降伏耐力式(式(1))で計算される耐力は、S1-1,8 でそれぞれ、242.3, 223.2(kN)である。改修時に一般的に使用される材質 SD345 で埋め込み深さ 7da とした試験体 S1-1 及び、これを基準に、埋め込み深さを 5da と短くした試験体 S1-8 はこれら改修指針式(1)で計算される耐力にほぼ達しており、これら試験体では接合筋せん断降伏で耐力が決定したものと考えることができる。

$$Q = 0.7 \times \sigma_y \times a \quad (1)$$

ここで、 σ_y :降伏強度、 a :接合筋断面積

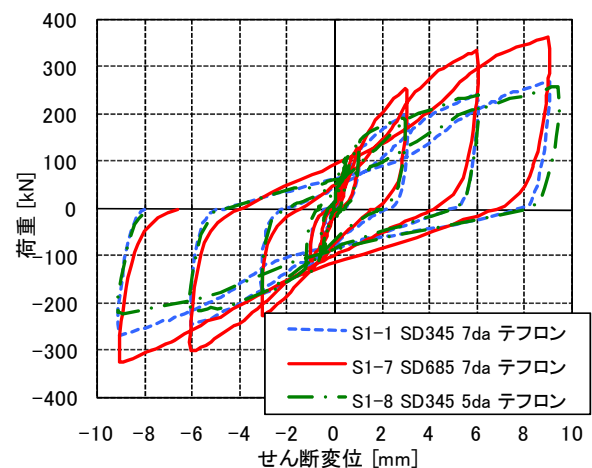


図-4 せん断荷重-せん断変位関係

一方、材質をSD685とし強度を上げた試験体S1-7では、式(1)で計算される耐力432.3(kN)には達していないが、せん断変位9mmでなお荷重上昇の傾向があり、また、復元力特性は安定した曲げ降伏型の履歴ループとなっていることから、ダウエル支圧破壊は発生しておらず接合筋せん断降伏が支配的な安定的な挙動を示していると判断される。このことは、通常使用される変形量、材質及び埋め込み深さの接合筋であれば、UFC(プレキャスト部)-UFC(充填部)接合面の場合、ダウエル支圧破壊は発生しないこと、また、SD685のような高強度鉄筋では式(1)は通常使用される変形範囲では耐力を過大に評価する傾向にあること、を示している。

4.2 高強度モルタルに埋め込まれた接合筋のせん断伝達

図-5にUFC(プレキャスト部)-高強度モルタル接合面に接合筋を配した試験体S1'-1,5のせん断荷重-せん断変位関係を示した。耐震改修指針式(式(1))で計算される耐力は、S1'-1,5でそれぞれ、260.5, 205.5(kN)であり、実験から得られたせん断耐力は計算された接合筋せん断降伏耐力を大幅に下回っている。また、得られた復元力特性はスリップ変形が大きく、かつ、せん断変位3mm付近から耐力低下が発生しており、最大耐力は、接合筋せん断降伏ではなく、高強度モルタル側のダウエル支圧破壊により決定したと考えられる。

ダウエル支圧破壊耐力の評価式として、耐震改修指針¹⁾には式(2)、プレキャスト指針²⁾には式(3)が示されている。ただし、式(3)は「接合筋せん断降伏」と「ダウエル支圧破壊」が同時に進行した場合の耐力式である。

$$Q = 0.4\sqrt{Ec \cdot \sigma_B} \times a \quad (2)$$

$$Q = 1.65\sqrt{\sigma_Y \cdot \sigma_B} \times a \quad (3)$$

ここで、 Ec, σ_B :高強度モルタルのヤング係数及び強度。

これらの耐力式から計算されるせん断耐力と実験値とを比較した結果を表-3に示した。計算値は、耐震改修指針式で実験値の約3倍、プレキャスト指針式で実験値の約2倍と、実験値を大きく上回っており、これらの式をそのまま適用することは出来ないことが分かる。

この原因として、プレキャスト指針式では、純粋なダウエル支圧破壊の耐力評価式でないことや本実験はコンクリートではなく高強度モルタルであるなど適用範囲外の計算となっていること、また、耐震改修指針式は、John W.Fisherの行った鉄骨に取り付いたスタッドの押し抜き実験³⁾を基に導き出されており、本実験のUFC-高強度モルタル界面のダウエルとは異なる条件下で得られたものであること、などが考えられる。

そこでここでは、杭の応力算定に用いられる弾性支承梁理論⁴⁾を基に次の形でダウエル支圧破壊耐力を算出す

ることを試みた。

$$Q = \ell_m \cdot d \cdot \sigma_B \quad (4)$$

ここで、 d は接合筋直径、 ℓ_m は接合筋の曲げモーメントが最大となる位置の接合面からの距離である。この式は支圧面積を $\ell_m \cdot d$ 、その支圧面における高強度モルタルの強度を σ_B としたものである。 ℓ_m と k_h の関係は弾性支承梁理論から次のように与えられる。

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_h \cdot d}{4EI}} \quad (5)$$

$$\beta = \frac{\pi}{4\ell_m} \quad (6)$$

ここで、 EI は接合筋のヤング係数と断面二次モーメント。また、 k_h (ここでは高強度モルタルの接合筋に対する水平剛性)と ℓ_m の関係が、実験から得られた最大せん断耐力 Q_{max} と復元力特性をバイリニアモデル化した時の最大耐力到達時変形 δ を用い次のように得ることが出来る。

$$k_h = \frac{Q_{max}}{3\ell_m \cdot d \cdot \delta} \quad (7)$$

ℓ_m として初期値30mmを仮定し、これら3つの式を用いた収束計算(ℓ_m を仮定→式(7)で k_h 計算→式(5)で β 計算→式(6)で ℓ_m 計算、以下、式(7)に戻り繰り返し)を行うことによって、S1'-1, S1'-5試験体でそれぞれ、 ℓ_m として33.25mm(1.75d), 35.91mm(1.89d)が得られ、安全側となる前者を採用し、次式のダウエル支圧破壊耐力式を得た。

$$Q = 1.75 \cdot d^2 \cdot \sigma_B \quad (8)$$

提案する耐力式から計算されるせん断耐力と実験値とを比較し表-3に示した。計算値は、実験から得られた耐力を比較的よく推定できていることが分かる。

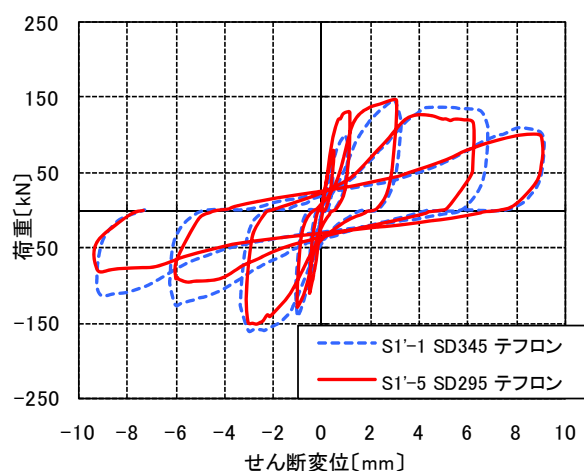


図-5 せん断荷重-せん断変位関係

表-3 実験値と計算値の比較

試験体	実験値(kN)	耐震改修指針		プレキャスト指針		提案式	
		計算値(kN)	実験/計算	計算値(kN)	実験/計算	計算値(kN)	実験/計算
S1'-1	161.1	620.0	0.3	302.7	0.5	203.1	0.8
S1'-5	150.9	536.9	0.3	228.0	0.7	146.1	1.0

5. コッターのせん断伝達挙動

5.1 せん断破壊性状

UFC(プレキャスト部)-UFC(充填部)接合面にコッターを設けた試験体 S1-5,6 のせん断荷重-せん断変位関係を、コッターを設けていない試験体 S1-2 と比較して図-6(1)に示した。なお、コッターは充填 UFC 側に設けてあり、各試験体のコッター形状及び個数は表-4 に示す通りである。

コッターの破壊形式としては、図-7 に示すコッターのシアオフ破壊と、コッターから受ける圧縮力による支圧破壊の2種がある。実験の結果 S1-6 ではシアオフ破壊、S1-5 では支圧破壊が確認された。

図-8(1)に UFC コッターの負担力の推移を示す。ここで、コッター負担力はコッター有り(S1-5,6)と無し(S1-2)の試験体の各変形ピーク時の耐力差として計算した。支圧破壊の発生した S1-5 試験体ではコッター負担力が緩やかに減少しているのに対して、シアオフ破壊した S1-6 試験体ではコッター負担力が変形ピーク 0.5mm から急激に減少していることが分かる。

UFC(プレキャスト部)-高強度モルタル接合面にコッターを設けた試験体 S1'-3,4 のせん断荷重-せん断変位関係を、コッターを設けていない試験体 S1'-2 と比較して図-6(2)に示した。なお、コッター(表-4 参照)は高強度モルタル側に設けてある。

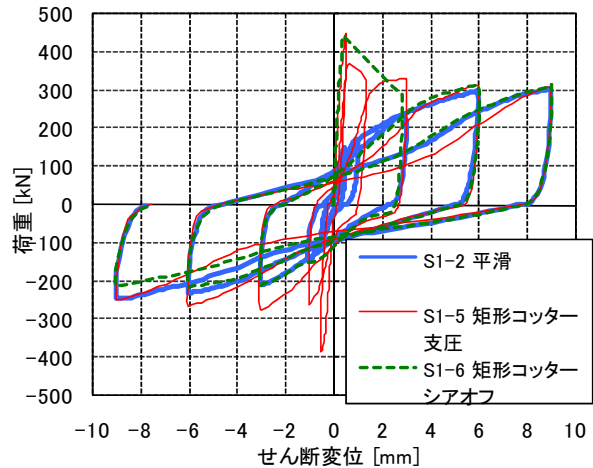
S1'-4 ではシアオフ破壊、S1'-3 では支圧破壊の発生が確認された。コッターのない S1'-2 との耐力差で計算した高強度モルタルコッターの負担力の両試験体における推移はそれぞれ、図-8(2)に示すようになった。UFC コッターで見られたと同様に、シアオフ破壊した S1'-4 の負担力は、支圧破壊した S1'-3 のものより急激に失われる傾向にあることが分かる。

このときの接合筋のせん断力負担の推移をこれら試験体と比較するため、せん断伝達が接合筋のみによって行われる試験体 S1-1 と S1'-1 の結果を同図中に示した。先に述べたように S1-1 では接合筋のせん断降伏、S1'-1 ではダウエル支圧で耐力が決まっており、前者がせん断変位 9mm で最大荷重となっているのに対して後者では 3mm で最大荷重となっている。シアオフ破壊、支圧破壊のいずれにおいても、コッター耐力と接合筋耐力の単純な足し合わせはできないことが分かる。

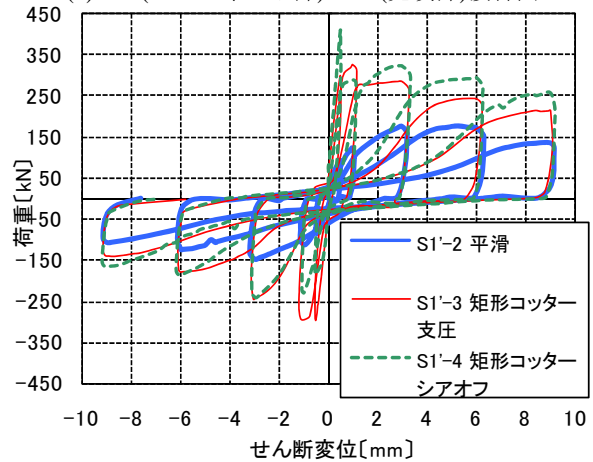
5.2 コッターのせん断耐力

(1) シアオフ耐力

プレキャスト指針には式(9)に示すコッターのシアオフ耐力式が示されている。これを用いてシアオフ破壊が確認された試験体 S1-3,4,6 及び S1'-4 のシアオフ耐力を計算し、実験から得られたコッター負担耐力(図-8 参照)と比較し示したのが表-5 である。



(1)UFC(プレキャスト部)-UFC(充填部)接合面

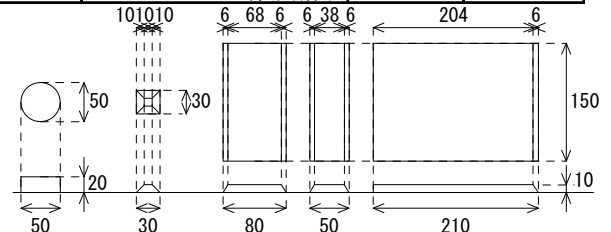


(2)UFC(プレキャスト部)-高強度モルタル接合面

図-6 せん断荷重-せん断変位関係

表-4 コッターの寸法及び設置個数

試験体	コッター断面積&コッター形状	コッター高さ mm	コッター個数
S1-3	50φ 円形断面	20	2
S1-4	30mm×30mm 矩形断面	10	4
S1-5	80mm×150mm 矩形断面	10	1
S1-6	50mm×150mm 矩形断面	10	2
S1'-3	210mm×150mm 矩形断面	10	1
S1'-4	80mm×150mm 矩形断面	10	1



S1-3	S1-4	S1-5 S1'-4	S1-6	S1'-3
------	------	---------------	------	-------

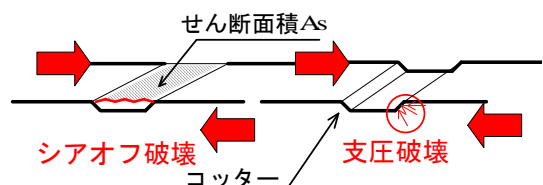
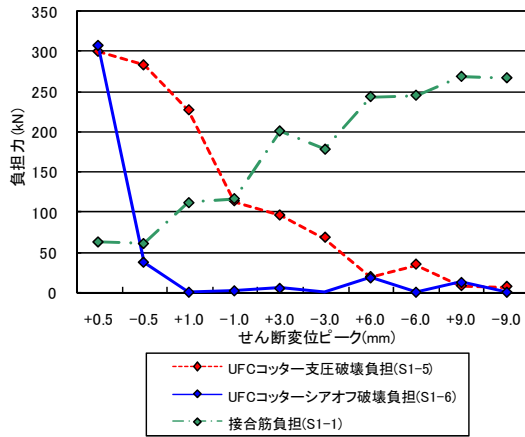
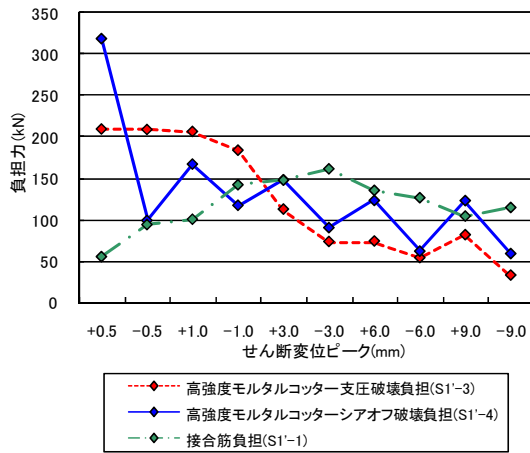


図-7 コッターのシアオフ破壊と支圧破壊



(1)UFC(プレキャスト部)-UFC(充填部)接合面



(2)UFC(プレキャスト部)-高強度モルタル接合面

図-8 コッター及び接合筋の負担応力の推移

$$Q = 0.5 \sqrt{\sigma_B} \cdot A_s \quad (9)$$

ここに、 A_s はシアオフ破壊せん断面積(図-7 参照)。

計算値は、シアオフ耐力を(特に UFC 試験体 S1-3,4,6 において)過小評価する傾向にあることが分かる。プレキャスト指針式は普通強度(18~36N/mm²)のコンクリートを対象としており高強度モルタルは適用範囲外であること、また、鋼繊維で補強され引張靱性の大きい UFC に対して精度が落ちるのは当然のことと言える。

そこで、モールの応力円を基に東ら⁵⁾によって提案された次式を用いてシアオフ耐力の評価を試みた。

$$Q = 0.5 \sqrt{\sigma_B \cdot \sigma_t} \cdot A_s \quad (10)$$

この評価式は引張強度の違いの影響を考慮できることに特徴がある。この式によって計算した値を実験耐力と比較し表-5 に示した。比較的の高い推定精度が得られていることが分かる。なお、S1-6 試験体で精度が低くなっているのは、この試験体の UFC 引張強度が通常のものより低くなっていることが一要因と考えられる。本研究では引張強度を割裂試験で得ているが、この試験法は直接引張試験と比較しばらつきが大きく、このことが推

表-5 実験値と計算値の比較(シアオフ耐力)

試験体	実験値	プレキャスト指針		評価式	
	(kN)	計算値(kN)	実験/計算	計算値(kN)	実験/計算
S1-3	109	25.1	4.3	85.5	1.3
S1-4	97	23.0	4.2	78.4	1.2
S1-6	307	48.1	6.4	109.8	2.8
S1'-4	318	110.2	2.9	260.9	1.2

表-6 実験値と計算値の比較(支圧耐力)

試験体	圧縮強度 σ_b	支圧面積 A_z	実験値 (kN)	計算値 $\sigma_b \cdot A_z$	実験値/ 計算値
	(N/mm ²)	(mm ²)		(kN)	
S1-5	164.8	1500.0	301	247.2	1.2
S1'-3	106.9	1500.0	209	160.4	1.3

定精度に影響を与えている可能性がある。

(2) 支圧耐力

支圧破壊を起こした試験体 S1-5 と S1'-3 のコッター負担耐力(図-8)と、プレキャスト指針で示されている次式で計算される支圧耐力を比較して表-6 に示した。

$$Q = \sigma_B \cdot A_z \quad (11)$$

ここで、 A_z はコッター前面の支圧面積である。

表-6 から式(11)は充填部 UFC 及び高強度モルタルで発生する支圧破壊の耐力を精度よく評価できていることが分かる。適用範囲外であるにも係わらずプレキャスト指針式がある程度の精度を与えたのは、支圧破壊がシアオフ破壊と異なり引張強度の違いにあまり影響を受けない破壊モードであることが考えられる。しかし、式(11)の実験値に対する余裕度を、普通コンクリート・UFC・高強度モルタルに適用した場合の間で比較するなど、今後さらに検討が必要と思われる。

6. 接合部要素二面せん断実験

6.1 実験の目的と試験体概要及び加力計画

前章まで PCa 部と充填部の境界面におけるせん断伝達能力について検討を行ってきた。ここでは、充填部のせん断伝達能力及び破壊挙動に関する基礎データを得るために行った、充填部 UFC 及び高強度モルタルの 2 面せん断実験について述べることにする。

図-9 に試験体の概要を示す。加力装置は一面せん断実験で使用したもの(図-3)と同じである。試験体は全部で 4 体であり、一覧を表-7 に示した。

高強度モルタルの 2 面せん断では、配筋と寸法を実充填部に近いものとし、スパイラル筋が有るもの(S2-MS)と無いもの(S2-M)の 2 試験体とした(図-9(2)参照)。一方、UFC では、加力治具の強度等の関係で実サイズの充填部の実験が困難であったので、せん断試験部分を十分絞りせん断性状の分かりやすい縦横比 1 とし、実験のばらつきを考え同じ条件の試験体を 2 体(S2-U1,U2)作成した(図-9(1)参照)。使用材料を表-8 にまとめて示す。

6.2 実験結果及び考察

全ての試験体において充填部分を模した試験区間の斜めひび割れが広がるせん断破壊によって耐力が決定

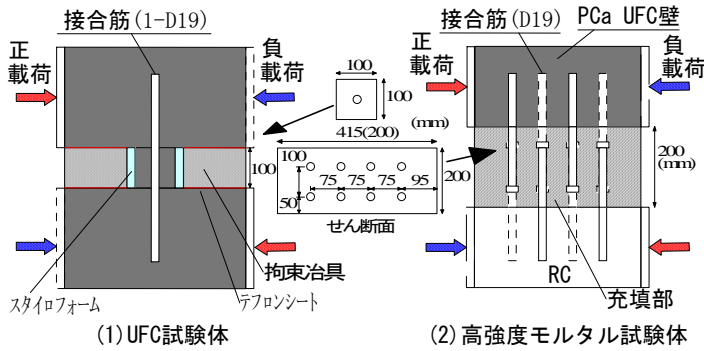


図-9 試験体の概要

した。実験から得られた試験体 S2-U2 及び試験体 S2-MS のせん断荷重-せん断変位関係を図-10に示した。なお、S2-U1 は S2-U2 と、S2-M は S2-MS とほぼ同様のせん断荷重-せん断変位関係となった。

高強度モルタル試験体 S2-MS では 0.2mm 程度の小さなせん断変位において、せん断ひび割れが発生すると同時に、急激に破壊が進行し耐力低下に至った。これに対して、UFC 試験体 S2-U2 では、1mm 程度の変位で明確なひび割れが確認された後、一時的に剛性が低下するものの、その後回復し、2mm 程度の変形までせん断荷重が増加しその後、急激な耐力低下に至った。鋼繊維補強された UFC は高強度モルタルと比較し、ひび割れ発生後、粘りのある破壊挙動を示すことが分かる。また、両者のせん断終局応力度を比較したのが表-9 であり、UFC でおおよそ 12N/mm^2 、高強度モルタルで(スパイラル筋の有無に関係なく) 2.8N/mm^2 となっており、UFC は高強度モルタルの約 4 倍の耐力を発揮していることが分かる。

7. まとめ

PCaUFC パネルを用いた耐震補強における接合部せん断伝達性能評価に関する次の知見を得ることが出来た。

- ①通常使用される変形量、材質、埋め込み深さの接合筋であれば、UFC(PCa 部)-UFC(充填部)間では、ダウエル支圧破壊は発生せず、接合筋せん断降伏で耐力が決定する。
- ②耐震改修指針式及びプレキャスト指針式は高強度モルタルに埋め込まれた接合筋のダウエル支圧破壊耐力を過大に評価する傾向にある。弾性支圧梁理論に基づき提案した評価式は比較的精度よく耐力を評価できた。
- ③プレキャスト指針式は UFC 及び高強度モルタルのコッターシアオフ耐力を過小評価する傾向にある。一方、東ら⁵⁾による提案式で比較的よい精度の耐力推定ができた。
- ④コッターの支圧耐力はプレキャスト指針式で UFC 及び高強度モルタルともに精度のよい耐力推定が可能であった。
- ⑤UFC を使用することより、高靱性・高せん断耐力(約 12N/mm^2)の充填部とできる可能性がある。今後の課題として、A.ここで得られた知見の本実験範囲を越えての適用性、B.評価式が与える耐力が得られる変形

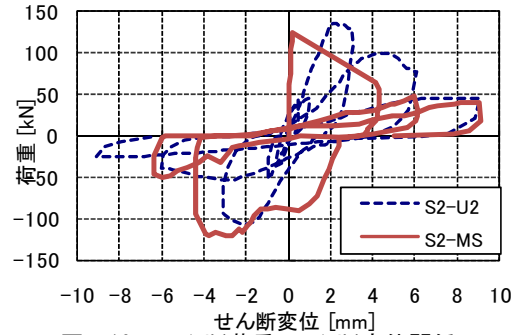


図-10 せん断荷重-せん断変位関係

表-7 試験体一覧表

No	鉄筋径	充填部断面積	充填部高さ	充填部材料	スパイラル筋
	mm	mm ²	(mm)		
S2-M	19	415×200	200	高強度モルタル	無
S2-MS	19	225×200	200		有
S2-U1	19	100×100	100	UFC(現場打設)	無
S2-U2	19	100×100	100		無

表-8 使用材料の力学的特性

No	接合筋		充填部材料	
	降伏応力度	圧縮強度	割裂強度	
	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
S2-M	402	81	5.8	
S2-MS	432	107	5.0	
S2-U1	400	158	6.7	
S2-U2	400	158	6.7	

表-9 試験結果一覧

No	最大荷重	充填部断面積	せん断終局応力度
	kN	mm ²	N/mm ²
S2-M	231	415×200	2.8
S2-MS	124	225×200	2.8
S2-U1	121	100×100	12.1
S2-U2	137	100×100	13.7

レベルの定量化が挙げられる。

謝辞：本研究は(独)建築研究所の研究課題「耐震化率向上を目指した普及型耐震改修技術の開発(H18-20)」のRC造分科会(主査：勅使川原正臣)にて行われた。また、東京鐵鋼株式会社及び高周波熱錬株式会社から材料の提供を受けた。関係の皆様には謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本建築防災協会：既存鉄筋コンクリート建築物の耐震改修設計指針同解説 2001年改訂版, 2001
- 2) 日本建築学会：現場打ち同等型プレキャスト鉄筋コンクリート構造設計指針(案)・同解説(2002), 2002
- 3) J.G.Ollgaard, R.G.Slutter and J.W.Fisher: Shear Strength of Stud Connectors in Lightweight and Normal-weight Concrete, AISC ENG. JOURNAL, pp.55-64, Apr.1971
- 4) 中野克彦, 松崎育弘:プレキャスト RC 部材接合面におけるせん断抵抗要素の耐力累加方法, 日本建築学会構造系論文集 第550号 2001年12月
- 5) 東洋一, 磯健一, 大久保全陸:コンクリートのせん断強度試験法に関する実験的研究, 日本コンクリート工学協会年次大会論文集, 1巻0号, pp13-16, 1979
- 6) 近藤誠一郎, 北代尚稔ほか: UFC を用いたプレキャスト壁による耐震補強に関する実験的研究(その9, 10) 建築学会大会講演梗概集 C-2, pp803-806, 2008.9