

# 論文 モルタルが混合された鉄筋コンクリート造梁のせん断ひび割れ荷重ならびにせん断挙動

森 実鈴<sup>\*1</sup>・佐藤 良介<sup>\*2</sup>・北野 敦則<sup>\*3</sup>

**要旨**：本論文は、コンクリートにモルタルが混合された鉄筋コンクリート造の梁に対して行ったせん断性能の確認実験について述べるものである。4点加力を受ける単純梁について、配筋が一致した状態で「コンクリートに混合されるモルタルの体積」を変動させ、試験区間にせん断補強筋が施されていない計3体の試験体に単調加力を施した。結果として、モルタルを混合する体積はせん断ひび割れの発生荷重には殆ど影響せず、しかしひび割れ発生後のせん断挙動に、若干の差異が確認されることとなった。

**キーワード**：鉄筋コンクリート造、梁、モルタルとコンクリートの混合、せん断ひび割れ、せん断破壊

## 1. はじめに

国内コンクリート工事でよく見られるポンプ車を用いた生コンクリートの圧送に際しては、コンクリートに先立った先送りモルタルの圧送が、建築工事標準仕様書・同解説 JASS5<sup>1)</sup> (以降「JASS5」と略す)の本文にて求められている<sup>1)</sup>。同本文ではまた、この先送りモルタルを「型枠内には打ち込まずに廃棄する<sup>1)</sup>」ことも併せて要求されているため、国内の施工現場では、先送りモルタルが廃棄前提で製造・使用される状況が続いている。

一方 JASS5 の当該箇所には、解説にて、「直後に圧送されるコンクリートの品質に影響を与えないために適切な対策を準備し、工事監理者の承認を得ることができれば、躯体への打ち込みは不可能ではない」旨も付されている<sup>1)</sup>。解説文にて別途、「なお、環境配慮の観点から産業廃棄物として処分する先送りモルタルは、できるだけ少なくすることが望ましい。」とされていること、そしてかつての JASS5 では一定の条件を満足することで先送りモルタルの躯体への打ち込みが容認されていたこと<sup>2)</sup>、等への配慮と考えられるこの付記であるが、「コンクリートの品質に影響を与えない」と判断するための基準が明確化されていないことから、躯体に打込んでいる現場が皆無であることも併せて添えられている<sup>1)</sup>。

著者らは以上に見てきた背景に鑑み、「コンクリートの品質に影響を与えない」ための判断基準を示すことを目的に、先送りモルタルを廃棄することなく「鉄筋コンクリート (以降「RC」と略す) 造の躯体を構成する構成材料の一部」として活用する可能性を模索している。

前報<sup>3)</sup>においては、まず極端に「RC 造のコンクリートをモルタルに置換した梁」について、曲げ性能とせん断性能の確認実験を行った。結果、特にせん断破壊に際して、コンクリートをモルタルに置換した影響が明確に最大耐力の低下として顕れることが明らかとなった。

本論文は、これを踏まえて RC 造梁のせん断性能に関する検討を一步進めるものである。実際の施工において先送りモルタルを型枠内に打ち込む場合、コンクリートとモルタルが置換されることはまずないが、たとえば局所的なモルタルとコンクリートの混合は、十分にあり得る。両者の混合によるコンクリートの各種性状への影響については、既に材料分野で検証・検討が始まっており、シリンダーの圧縮試験レベルにて、「貧調合のモルタルを混合したコンクリートは、同体積の富調合のモルタルを混合したコンクリートよりも圧縮強度が劣る」との、構造性能にも直結し得る結果が報告されている<sup>4)</sup>。

実際のコンクリート工事において、モルタルが混合されたコンクリートが部材全てに打設されることはない。しかしながら、「モルタルを構造部材の構成材料として活用する」ための基礎検討として、「材料分野にてシリンダー試験レベルで確認された混合の影響」について、部材レベルでも検証しておくことには相応の意義があると考えられる。

以上を背景に、「モルタルが混合されたコンクリートが型枠内すべてに打設された RC 造部材」を対象に、前報<sup>3)</sup>を踏襲したせん断性能の確認実験を行った。シリンダー試験レベルでは、「混合する体積を一定に保ちつつ混合するモルタル (他、各種先行材) の種類」が変動させられていた<sup>4)</sup>のに対し、「同一モルタルの混合体積」に着目のうえ製作・加力した試験体より得られた実験結果について、若干の検討を添えて報告する。

## 2. 実験概要

梁型の試験体を3体製作し、アムスラー型試験機に単純梁として設置のうえ加力実験を行った。ここでは、3体ともにせん断破壊が想定された本実験の概要について、やや特殊となった試験体の製作詳細を添えて示す。

\*1 前橋工科大学大学院 建築学専攻 (学生会員)

\*2 前橋工科大学 工学部学術研究院 環境・デザイン領域 准教授 博士 (工学) (正会員)

\*3 前橋工科大学 工学部学術研究院 環境・デザイン領域 教授 博士 (工学) (正会員)

## 2.1 変動因子

表-1 に試験体一覧を、図-1 に配筋図および加力・計測図を示す。

試験体は、前報<sup>3)</sup>のせん断シリーズ同様に4点加力を想定した3体である。既に触れた通り、本実験の変動因子は、材料分野にて圧縮強度への影響が報告されている<sup>4)</sup>「モルタルとコンクリートの混合」である。基準となる「通常のRC造梁」相当の試験体GS-00-Shearと寸法・配筋が統一された残りの2体に、「混合される同一調合のモルタルの体積」を変動させて打設し、混合体積の変動に伴うせん断性能への影響の確認を試みた。

試験体GS-00-Shearの体積90 lに対し、試験体GS-15-Shearは15 l、試験体GS-30-Shearは30 lのモルタルをコンクリートに混合した。試験体全体の体積90 lに対するモルタルの体積比を「混合率」と呼称すると、理論上、試験体GS-00-Shear、試験体GS-15-Shear、試験体GS-30-Shearの順に0.00%、16.67%、33.33%となる。なお材料分野におけるシリンダー試験では、容積比3%<sup>4)</sup>にして、圧縮強度やヤング係数等に混合の影響が顕れている<sup>4)</sup>。

なお配筋に関し、主筋の配置ならびにせん断補強筋が試験区間にて施されない点は前報<sup>3)</sup>と同一であるが、加力点・支持点近傍のせん断補強筋径のD10からD6への変更に伴い、かぶり厚さが20 mmから25 mmとなっている。また主筋についてはさらに、前報<sup>3)</sup>では竹節であったが本実験ではネジ節へ変更されている。

## 2.2 計測

実験中は、概ね10Hz程度のサンプリング・タイムで、加力中の荷重を「試験機荷重」としてロードセルで記録した。試験体の支持条件から、この試験機荷重を2で除した値を、左右の試験区間に作用するせん断力として「作用せん断力」と定義する。

また変位としてはまず、加力点位置と試験体材軸との

表-1 試験体一覧

試験体		GS-00-Shear	GS-15-Shear	GS-30-Shear
試験体長さ	[mm]	1800		
断面	梁幅	200		
	梁せい	250		
	有効せい	208		
せん断スパン	[mm]	620		
せん断スパン比	[-]	2.98		
コンクリートの数量	[l]	90.00	75.00	60.00
モルタルの数量	[l]	0.00	15.00	30.00
混合率	[%]	0.00	16.67 程度	33.33 程度
鉄筋	鋼種	SD390 (ネジ節)		
	配置(上下対称)	3-D16		
	引張鉄筋比(梁せい)	1.19%		
	引張鉄筋比(有効せい)	1.44%		
	鋼種	SD295 (竹節)		
	配置(試験区間)	-		
	せん断補強筋	せん断補強比		
	せん断補強筋	配置(加力・支点近傍)		
せん断補強筋	せん断補強比			
想定破壊形式	せん断破壊			

交点に配されたアンカーに変位計を設置し、両側の支持位置と材軸との交点に打込まれたアンカーを介してピン-ローラー支持された計測フレームの当該位置との相対変位を計測した。以降、この位置での計測変位を「加力点変位」と呼称し、当該計測値をシアスパンで除した値を「部材角」と定義する。変位計測としてはさらに、試験体両妻面に設置したマグネットスタンドを介し、試験体端面からの主筋の材軸に沿った相対変位も捕捉した。主筋は上下ともに梁幅方向に3本ずつ配されているが、最も計測フレームに近いものを計測の対象とした。

## 2.3 試験体製作

試験体GS-15-Shearおよび試験体GS-30-Shearの製作に際しては、コンクリートをレディーミクストコンクリートとし、傾胴ミキサーで練ったモルタルとプラ舟内にて混合した。傾胴ミキサーの容量との関係により、試験体GS-15-Shearはミキサー1杯分、試験体GS-30-Shearはミキサー2杯分のモルタルとの混合となる。

前者は、所要量となる1杯分のモルタルをプラ舟に受け、混合率が16.67%程度となる数量のコンクリートをプ

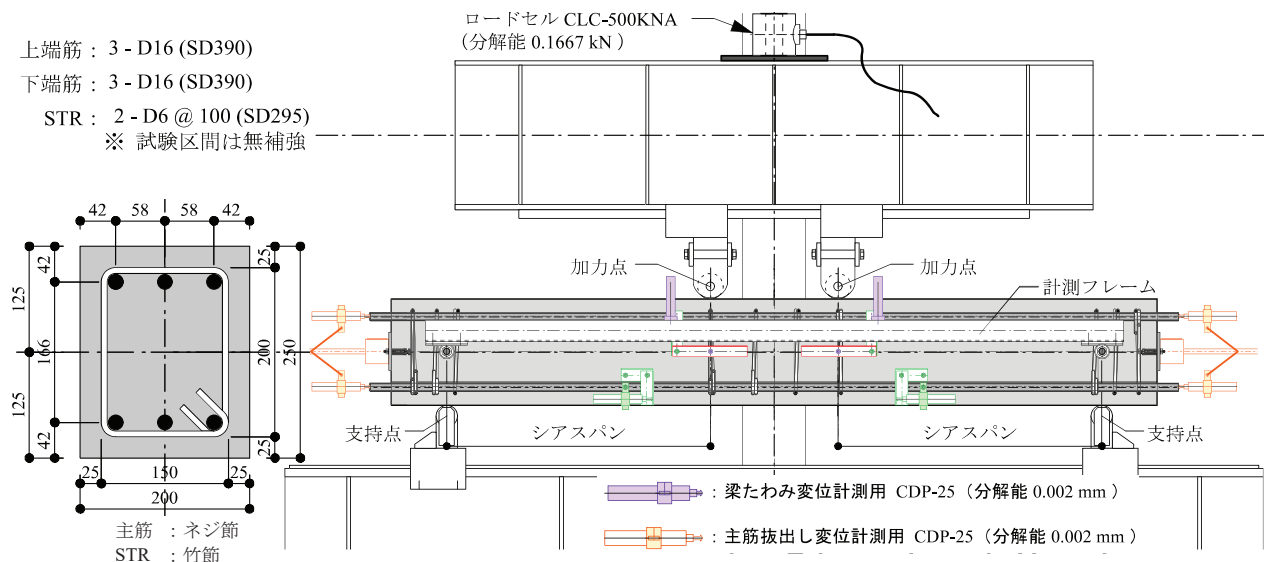


図-1 配筋図および加力・計測図

表－2 コンクリートとモルタルの調合概要

	W/C [%]	単位量 [kg/m <sup>3</sup> ]				骨材最大寸法 [mm]	
		水	セメント	細骨材	粗骨材	細骨材	粗骨材
コンクリート	57.0	183	322	953	825	5	20
モルタル	61.0	254	401	1,558	—	5	—

表－3 鉄筋の材料試験結果

鉄筋種類	降伏強度 [N/mm <sup>2</sup> ]	ヤング係数 [N/mm <sup>2</sup> ]	破断強度 [N/mm <sup>2</sup> ]
D16	466	186,037	651
D6	384*	204,000	567

\* 0.2% オフセット耐力

表－4 コンクリートとモルタルの材料試験結果

試験体名	試験対象	圧縮強度 [N/mm <sup>2</sup> ]	ヤング係数 [N/mm <sup>2</sup> ]	割裂強度 [N/mm <sup>2</sup> ]
GS-00-Shear	コンクリート *1	37.8	24,000	3.04
	モルタル *2	—	—	—
GS-15-Shear	試験体 *1	37.8	24,000	3.04
	コンクリート *1	37.8	24,000	3.04
	モルタル *2	35.0	21,300	3.40
GS-30-Shear	試験体 *1	35.3	23,800	2.89
	コンクリート *1	37.8	24,000	3.04
	モルタル *2	34.1	19,100	3.68
	試験体 *1	34.9	24,800	3.04

\*1 φ 100 のシリンダー / \*2 φ 50 のシリンダー

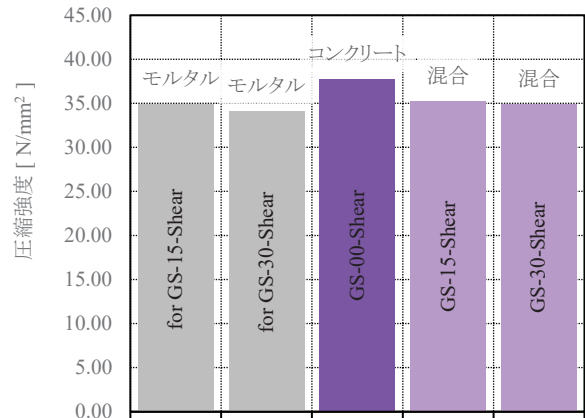
ラ舟に投入した後に人力で両者を混合した。試験体 GS-30-Shear は、別のプラ舟にて1杯目のモルタルを受けた後、2杯目のモルタルを当該プラ舟に追加投入のうえ両者を人力で混合した。この状態で混合率が 33.33% 程度となる量のコンクリートを受け入れ、再度人力にて混合した。なお試験体 GS-00-Shear は、コンクリートをトラックアジテータよりネコで受け運搬のうえ型枠内に打設した。

表－2 に、以上の工程で使用したコンクリートとモルタルの調合概要を示す。コンクリートの調合は前報<sup>3)</sup>と同一であり、トラックアジテータ1台で試験体3体分を共通させることができた。モルタルは、上記の通り延ベミキサー3杯分製造したことになるが、調合はいずれも同一である。この調合は、圧縮強度が「コンクリートと同等かやや低い」状態になることを目標に設計した。なお製作工程に明らかな通り、試験体 GS-15-Shear と試験体 GS-30-Shear を構成するコンクリートとモルタルは、それぞれの加力日において材齢も同一となる。

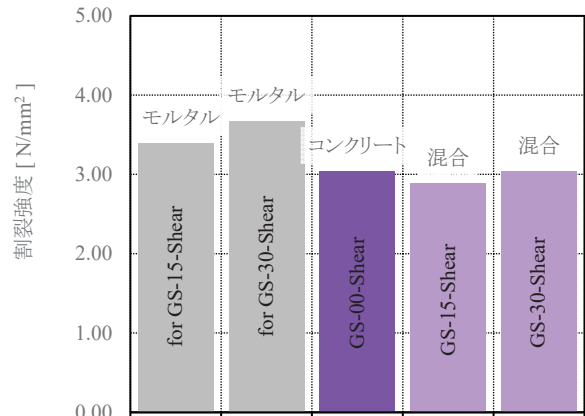
また打設に際しては、「3体分共通のコンクリート」、「試験体 GS-15-Shear を構成する混合コンクリート」、「試験体 GS-30-Shear を構成する混合コンクリート」のテストピースとして直径 100 mm のシリンダーを、「試験体 GS-15-Shear を製作するためのモルタル」と「試験体 GS-30-Shear を製作するためのモルタル」のテストピースとして直径 50 mm のシリンダーを採取した。ここで、「試験体 GS-30-Shear を製作するためのモルタル」とは「傾胴ミキサー2杯分の混合モルタル」を指す。

### 3. 実験結果

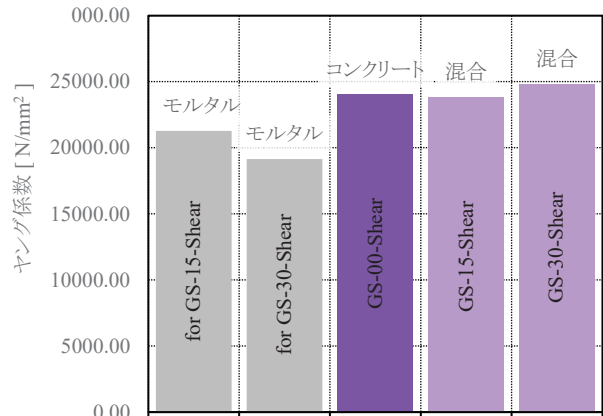
まずはモルタルとコンクリートの混合の影響を材料分野同様に確認するために材料試験の結果を詳解のうえ、その材料で構成された3体の試験体への加力実験の結果



図－2 (a) コンクリートとモルタルの圧縮強度



図－2 (b) コンクリートとモルタルの割裂強度



図－2 (c) コンクリートとモルタルのヤング係数

を呈示し、各種評価値との関係等を踏まえてその構造的な性能について検討を加える。

#### 3.1 材料試験

鉄筋の材料試験は JIS Z 2241 に、コンクリートおよびモルタルの材料試験は、圧縮強度に関しては JIS A 1108、割裂強度に関しては JIS A 1113、ヤング係数に関しては JIS A 1149 に準じて結果の評価を試みる。

##### (1) 鉄筋

表－3 に鉄筋の材料試験結果を示す。主筋・せん断補強筋ともに規格強度を満足していた。

##### (2) コンクリートおよびモルタル

表－4 に、コンクリートおよびモルタルの加力日にお

ける材料試験結果を、また図-2に、これらの結果を可視化して示す。

まずはじめに、混合前のモルタルとコンクリートの性質から見ていくと、両者の圧縮強度は、ほぼ設計通りに「コンクリートよりもモルタルがやや低い」状態で発現していた。割裂強度には若干のバラツキが見られるものの、ヤング係数は圧縮強度同様の「モルタルがやや低い」結果となっており、コンクリートの圧縮強度とヤング係数には一定の範囲で正の相関があるとの一般論<sup>たとえば5)</sup>と一致している。また、同一調合であるが別バッチとせざるを得なかった「試験体 GS-15-Shear を製作するためのモルタル」と「試験体 GS-30-Shear を製作するためのモルタル」の材料試験結果に大きな差異はなく、両者に関しては「ほぼ同等のモルタル」と見做しても差支えないと考えられる。

このようなモルタルが混合された「試験体 GS-15-Shear を構成する混合コンクリート」、「試験体 GS-30-Shear を構成する混合コンクリート」の結果を見ると、まずは「圧縮強度が混合率 0% のコンクリートよりやや低くなる」傾向が確認される。表-2に示した通り、混合したモルタルは貧調合であるため、この結果は、「貧調合のモルタルを混合したコンクリートが、同体積の富調合のモルタルを混合したコンクリートよりも圧縮強度が低くなる」との材料分野における知見<sup>4)</sup>と一致している。ただし、その強度差は最大でも  $3.66 \text{ N/mm}^2$  と、同一調合のテストピースでも誤差として出得る程度に留まっており、事実、割裂強度とヤング係数では一部、混合コンクリートの方が混合率 0% のコンクリートよりも高い値として得られているものもある。

以上を踏まえると、「貧調合のモルタルの混合が若干影響している可能性があるものの、3体の試験体はほぼ同程度の強度のコンクリートで構成されていた」と認識しても差しさわらないと考えられる。

### 3.2 部材実験

加力は、前報<sup>3)</sup>のせん断シリーズ同様、片振りの静的

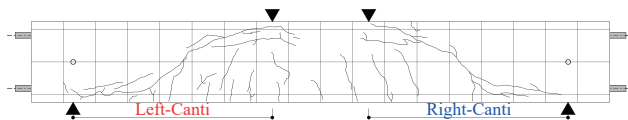


図-3 (a) 試験体 GS-00-Shear の最終ひび割れ図

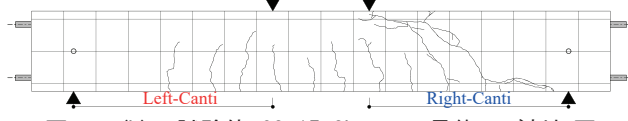


図-3 (b) 試験体 GS-15-Shear の最終ひび割れ図

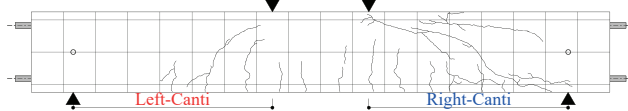


図-3 (c) 試験体 GS-30-Shear の最終ひび割れ図

漸増単調加力を、2点の加力点変位の平均値が概ね 15 mm に達するまで行った。

#### (1) 実験結果概要

図-3に各試験体の最終ひび割れ図を、図-4に各試験体の荷重-変形曲線を示す。なお荷重-変形曲線の色の別は、最終ひび割れ図に付記した試験区間名である「Left-Canti」および「Right-Canti」と対応している。

試験体は3体とも、純曲げ区間およびその周辺から曲

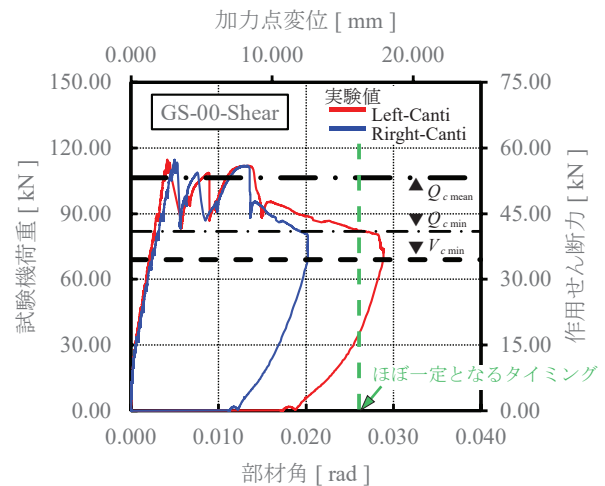


図-4 (a) 試験体 GS-00-Shear の荷重-変形曲線

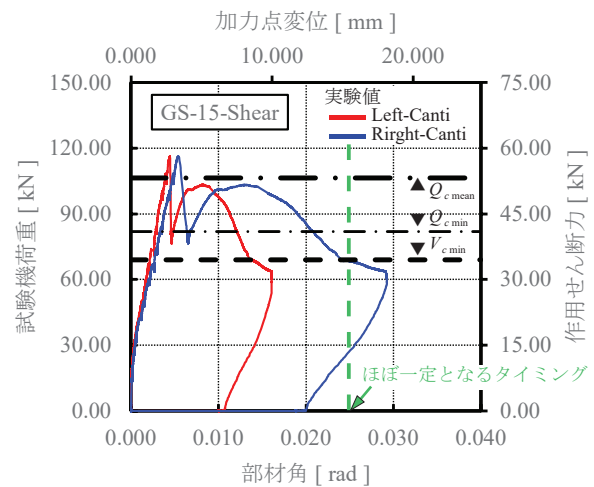


図-4 (b) 試験体 GS-15-Shear の荷重-変形曲線

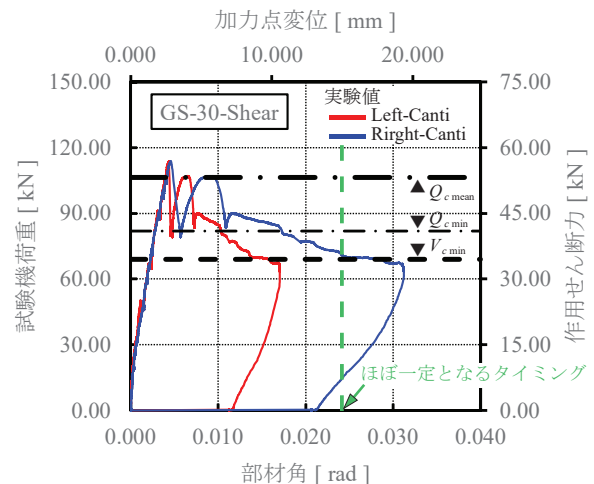


図-4 (c) 試験体 GS-30-Shear の荷重-変形曲線

表－5 実験結果一覧

試験体			GS-00-Shear	GS-15-Shear	GS-30-Shear	
実験値	曲げせん断ひび割れ	試験機荷重	[ kN ]	80.16	83.50	60.12
		作用せん断力 $q_{fsc}$	[ kN ]	40.08	41.75	30.06
	せん断ひび割れ	試験機荷重	[ kN ]	113.56	116.23	117.73
		作用せん断力 $q_{sc}$	[ kN ]	56.78	58.12	58.87
最大耐力	試験機荷重	[ kN ]	114.56	116.23	117.73	
	作用せん断力 $q_{max}$	[ kN ]	57.28	58.12	58.87	
計算値	せん断ひび割れ荷重	$V_{c\ mean}$ 靱性指針 <sup>6)</sup> 式(6.2.1)式 ※ 耐力係数 $\phi = 1.00 / \kappa = 1.5$	[ kN ]	67.58	65.35	65.35
		$q_{sc} / V_{c\ mean}$	[ - ]	0.84	0.89	0.90
		$V_{c\ min}$ 靱性指針 <sup>6)</sup> 式(6.2.1)式 ※ 耐力係数 $\phi = 0.51 / \kappa = 1.5$	[ kN ]	34.47	33.33	33.33
		$q_{sc} / V_{c\ min}$	[ - ]	1.65	1.74	1.77
		$Q_{c\ mean}$ RC 規準 <sup>5)</sup> (解 15.1) 式を 0.77 で除して 梁せいと応力中心距離を乗じた値	[ kN ]	53.21	51.70	51.70
		$q_{max} / Q_{c\ mean}$	[ - ]	1.08	1.12	1.14
	$Q_{c\ min}$ RC 規準 <sup>5)</sup> (解 15.1) 式に 梁せいと応力中心距離を乗じた値	[ kN ]	40.97	39.81	39.81	
	$q_{max} / Q_{c\ min}$	[ - ]	1.40	1.46	1.48	

げひび割れが発生し、一部が曲げせん断ひび割れに発展した後に支配的なせん断ひび割れの発生を経てピークを迎え、ピーク後の終局状態では引張主筋に沿ったひび割れが見られる点で共通していた。

詳細に記すと、試験体 GS-00-Shear はまず、Right-Canti 側にて曲げひび割れが曲げせん断ひび割れとなり、これが伸展する過程で別途せん断ひび割れが発生して一度目のピークに到った。しかしながらこのせん断ひび割れが拡幅しながら耐力が再上昇する過程で、さらに Left-Canti 側でも別のせん断ひび割れが発生し、最終的にはこちらが支配的な拡幅を見せ、なだらかな耐力低下を経て部材角 0.026 rad. 近傍でほぼ一定値に収束した。図－4 (a) 中、耐力がピーク値近傍で乱高下し、また卓越する変位が Right-Canti と Left-Canti とで複雑に交錯しているのはこの影響に拠る。また Left-Canti 側では、部材角にして 0.020 rad. 近傍となる大変形領域で引張主筋近傍のひび割れが発生した。

一方試験体 GS-15-Shear は、Right-Canti 側にて発生した曲げせん断ひび割れが伸展した結果、それが上端側で支配的なせん断ひび割れにまで発展してピークを記録した。またこのピーク時にはさらに、下端側にて曲げせん断ひび割れが引張主筋に沿ったひび割れにも伸展していた。本試験体はその後、支配的なせん断ひび割れの拡幅と主筋に沿ったひび割れの伸展に伴う耐力の再上昇を見せ、Right-Canti 側の部材角 0.013 rad. 近傍にて2度目のピークに到ったものの、この際の耐力は最大値を更新することなく低下を見せ始め、最終的には部材角 0.025 rad. 超で低下勾配がより緩やかとなりほぼ一定値となった。

最後に試験体 GS-30-Shear は、曲げせん断ひび割れこそ Left-Canti 側に発生したものの、支配的なせん断ひび割れが Right-Canti 側で発生してピークを迎え、当該ひび割れがその上端側での拡幅に伴って試験体耐力を再上昇させる過程で、下端側では引張鉄筋に沿ったひび割れにも伸展した。荷重－変形曲線としては、このタイミングで2度目のピークに到り、その後、せん断ひび割れの拡幅と主筋に沿ったひび割れの伸展とともになだらかな耐

力低下を続け、最終的にはやはり、部材角 0.024 rad. 近傍で低下勾配が緩やかとなりほぼ一定値に落ち着いた。

なお以上の全過程における主筋の拔出し変位は、いずれの試験体でもピーク以降の引張側にて若干の増加が見られたが、最大でも 0.018 mm 程度に留まっていた。

## (2) 実験結果と各種評価式との関係

表－5に、これら3体の実験結果を、各種評価式との対応も併せて一覧として示す。なお評価式の適用に際しては、前掲表－4中、網掛けとした材料試験結果を採用した。

試験体は3体とも、支配的なせん断ひび割れ発生に伴う1度目のピーク時に最大耐力に到っていたが、その際の値は、いずれもせん断ひび割れ強度  $Q_{c\ mean}$  (大野・荒川 mean 式<sup>5)</sup>) と良好に対応している。

前報<sup>3)</sup>のせん断シリーズでは、コンクリートを全てモルタルに置換した試験体の最大耐力は、むしろ  $Q_{c\ min}$  (大野・荒川 min 式<sup>5)</sup>) と良く適合していた。本論文でいえば、モルタルの混合率 100% の場合に最大耐力が  $Q_{c\ mean}$  に届かず  $Q_{c\ min}$  に留まっていたことになる。この観点からすると、混合率が 33.33% 程度までの本実験においては、試験体は  $Q_{c\ mean}$  に寄ったせん断性能を保っていたことになる。なおその  $Q_{c\ mean}$  による値は、3体のコンクリート強度が近接していたためいずれも同程度の値として得られており、それぞれが実験値とよく対応している。したがって本実験の範囲においては、モルタルが混合された RC 造梁に支配的なせん断ひび割れが入る荷重に混合率が及ぼす影響は、僅少に留まっていたと考えられる。

また既に述べた通り、3体の試験体はすべて、最終的には引張主筋に沿ったひび割れも生じていた。すなわち、損傷がせん断ひび割れのみ集中することなく試験体全体で荷重に抵抗していたと推察されるが、これはいずれの試験体も、主応力度仮説に基づいている靱性指針<sup>6)</sup>のせん断ひび割れ荷重よりも、付着割裂破壊をもその範疇として導出されている<sup>5)</sup>大野・荒川式との適合性が高いことと整合している。

## (3) せん断ひび割れ発生後のせん断挙動に関する考察

混合率の影響は、上に見てきた通り最大耐力の値とし

では殆ど顕れない。しかし実験結果としては、たとえば2度目のピーク以降、耐力低下の勾配が緩やかになりほぼ一定となるタイミングには若干の差異が認められる。すなわち、最大値には及ばないものの比較的高い耐力を維持しながら緩やかに低減する観点では、試験体 GS-00-Shear が最も優れ、試験体 GS-15-Shear がそれに続き、そして試験体 GS-30-Shear が最も劣る。

せん断ひび割れの発生後に顕れるこの差異は、3体のコンクリート強度が近く、各種評価式の結果も近接していることを考慮すると、唯一明確に変動している混合率に起因している可能性が高い。これらの試験体は、混合率が高いほどモルタルが多くなり試験体中の粗骨材の量が相対的に少なくなっていくが、通常のコンクリートでは、マトリックス中のひび割れが粗骨材を迂回するように進展することで凹凸が形成される。すなわち、粗骨材量に直結する混合率の多寡によってひび割れの凹凸の激しさが変動することは、十分に考えられる。

一方、RC造部材のせん断抵抗には、圧縮部コンクリートのせん断抵抗・骨材のかみ合い抵抗・軸方向鉄筋のダウエル作用などが寄与するとされている<sup>7)</sup>が、これはせん断ひび割れの発生後を想定した耐荷機構である。このうちの骨材のかみ合い抵抗の寄与に、混合率の変動によって変化したひび割れの凹凸が影響したと考えるのは自然であり、また3体の実験結果の差異が、せん断ひび割れ発生以降のせん断挙動として顕れた事実とも符合している。すなわち混合率の影響は、せん断ひび割れ発生後のRC造の構造性能に及ぶ可能性が高いものと考えられる。

#### 4. まとめ

モルタルを「RC造の躯体を構成する構造材料の一部」として活用する可能性を見出す試みの一環として、「コンクリートにモルタルが混合された梁」を対象とした構造実験を行った。「同一断面・同一配筋のRC造梁との比較」を主眼に設定した全3体の矩形断面の梁への加力結果をまとめると、次のようになる。

なおこれら3体の試験体は、混合されているモルタルの量が違う状態でコンクリート強度がほぼ同程度であったため、本質的には「主として試験体中の粗骨材量のみが異なっている」ことになる。

i) 試験体のせん断ひび割れ発生荷重および最大耐力

は、コンクリートをすべてモルタルに置換した場合<sup>3)</sup>ほど明確な劣化を見せることなく、既存のせん断ひび割れ荷重の評価式でも安全側に評価できる。またこの荷重にモルタルの混合率が及ぼす影響は僅少と考えられる。

ii) せん断ひび割れ発生後のせん断挙動は、混合率の値によって若干異なる結果が顕れ、モルタルが多くなり粗骨材の量が少なくなるほど、「ピーク後の耐力が比較的高めに維持される」状態が早期に終了した。粗骨材が少なくなることで骨材のかみ合い抵抗の寄与度が変動することが影響している可能性が高い。

以上の知見は、「シアスパン内にせん断補強筋が配されていない単純梁」を対象とした4点曲げ実験の結果に立脚している。たとえば、通常のRC造梁にはせん断補強筋が配されるが、その補強効果も骨材のかみ合い抵抗同様、せん断ひび割れの発生後の機能が前提とされている。せん断ひび割れが発生した後のRC造梁のせん断挙動と混合率の影響については、さらに種々の条件下での検証を踏まえた慎重な議論が必要になると考える。

#### 参考文献

- 1) 日本建築学会: 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事, 2022. 11
- 2) 日本建築学会: 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事, 2009. 2
- 3) 田部井優輝, 森実鈴, 佐藤良介, 北野敦則: 鉄筋コンクリート造梁のコンクリートをモルタルに置換した場合の構造性能への影響, コンクリート工学年次論文集, Vol. 46, No. 2, pp. 301 - 306, 2024. 6
- 4) 古川雄太, 大岡督尚: コンクリート圧送用先送り材の基本性能および圧送性に関する実験的検討, 東急建設技術研究所報, No. 49, pp. 9 - 14, 2024. 1
- 5) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 2022. 12
- 6) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説, 2013. 7
- 7) 斉藤成彦: 土木分野におけるせん断耐力算定式—岡村甫博士・檜貝博士による導入と二羽淳一郎博士による修正—, コンクリート工学, Vol. 51, No. 9, pp. 49 - 54, 2013. 9