水平打ち継ぎを行ったRC梁の実験

その(3)　逆対称モーメント加力実験

近畿大学建築学部　建築学科　鉄筋コンクリート第2研究室　福田　幹夫

１．はじめに

昨年度，水平打ち継ぎを行った鉄筋コンクリート（以下RC）梁の基本的な性状を調べるために単純梁形式，中央一方向単調載荷実験[1]を行った．その結果荷重―変形関係では，打ち継ぎ部分にビニールシートを挟み込んで先打ちコンクリート部と後打ちコンクリート部の付着を無くした試験体以外は打ち継ぎ部表面処理の相異にかかわらず最大荷重時までは一体打ちした試験体とほぼ同等の耐力や剛性低下を示し，耐力推定でも一体打ちとした計算値と同等の評価が出来ることを確認した．しかしながら，この実験での応力状態は現実の建物に生じうる状態とは異なっており，一概に適応できない．

本年度は，RC造建物に水平力が作用した場合の応力状態を想定した繰り返し実験を行なった結果について報告する．

２．実験概要

２．１　試験体

試験体諸元をを表１に，配筋図を図１にそれぞれ示した．試験体は，断面の大きさが梁幅b=150mm，梁せいD=400mm，梁長さL=1,000mm（せん断スパン比 M/Qd≒1.33）である．主筋に3－D13（SD295A，Pt=0.68%），せん断補強筋には 2－D6(@200mm，Pw=0.213%)とした曲げ降伏先行形である．コンクリートは豆砂利を使用したFc30で，先打ちコンクリート（以下先打ち部）を梁せいの高さ方向1/2まで打設し，先打ち打設後７日目に後打ちコンクリート（後打ち部）を打設した．打ち継ぎ部の表面処理は先打ち部打設翌日に表１．に示したように，

表１．試験体諸元

試験体No.		梁配筋	
No.	打ち継ぎ部処理	主筋	せん断補強筋
16-HW	高圧水洗浄	3-D13 (SD295A) Pt=0.68%	2-D6 @200 Pw=0.21%
16-WB	ワイヤーブラシ仕上げ		
16-NP	無処理		
16-CS	完全分離		
16-MC	一体打ち		

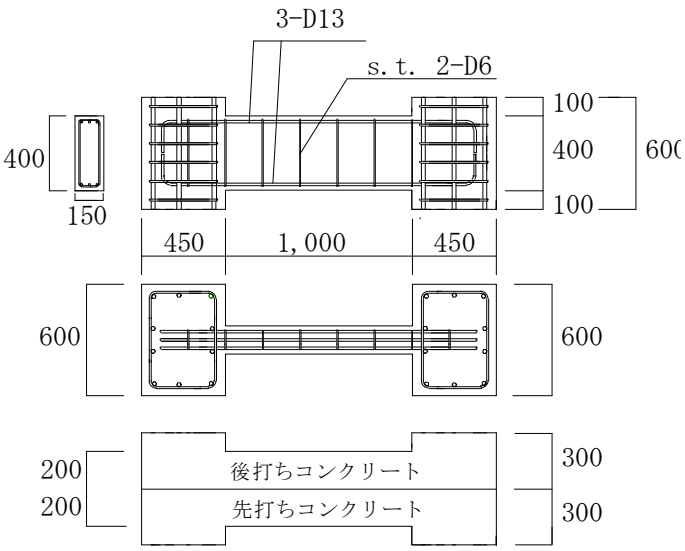


図１．配筋図

高圧水洗浄処理（16－HW 水圧 6.9MP で洗浄），ワイヤーブラシ処理（16－WB），表面のレイタンス除去処理を行わない無処理(16－NP)，打ち継ぎ部にビニールシートを敷き先打ち部と後打ち部の付着を無くした完全分離（16－CS）である．試験体数は前述した打ち継ぎ部表面処理を行った４体，および比較のために先打ちコンクリート打設時に一体打ち(16－MC)の計５体である．使用材料の力学的性質を表２に示した．

２．２　実験方法

実験装置を図２に示した．加力は，梁中央で逆対称モーメントが生じるように２基のオイルジャッキ 500kN と 1000kN を連通管で連結し１：２の比率で，表３に示したように梁左右のスタブに設置した標点の相対垂直変位角 R（R=δ/L）に従ってそれぞれ２回づつ正負交番繰り返し加力を行った．変位は，左右のスタブ間の相対垂直変位量と先打ち部後打ち部の水平ずれ量を高感度変位計を用いて計測した．鉄筋のひずみは，図３に示したように主筋は梁両端部で，せん断補強筋は先打ち部，後打ち部にひずみゲージを貼り付け計測した．

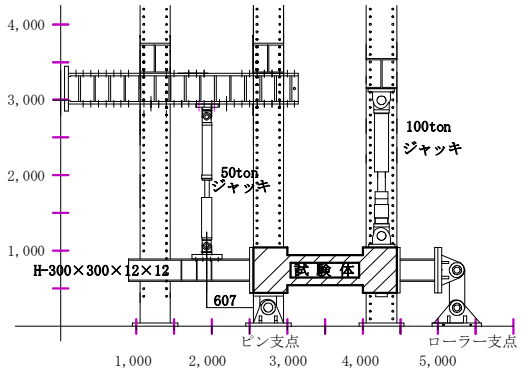


図２．加力装置

表３．荷重履歴

R(rad.)	繰り返し回数
±1/1000	2
±2/1000	2
±3/1000	2
±5/1000	2
±8/1000	2
±10/1000	2

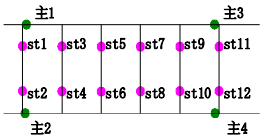
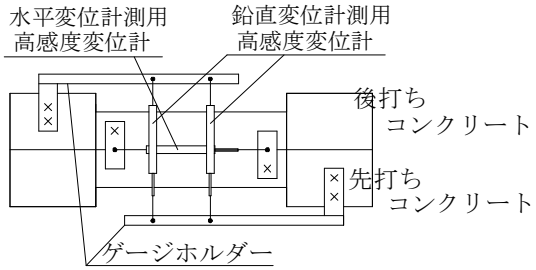


図４．ひずみゲージ貼付位置

３．実験結果および検討

梁のせん断力 Q と梁両側スタブの相対変位δ曲線とひび割れひび割れの写真を図４に示した．

全ての試験体で初曲げひび割れと初せん断ひび割れは 1/1000rad.加力時に梁両端部に発生した．高圧水の 16-HW は正側では 3/1000rad. 加力時に最大耐力を示し，5/1000rad.加力時に主筋の降伏が計測され，その後の加力でせん断破壊を起こした．負



図．３　変位計測

表２．使用材料の力学的性質

コンクリート

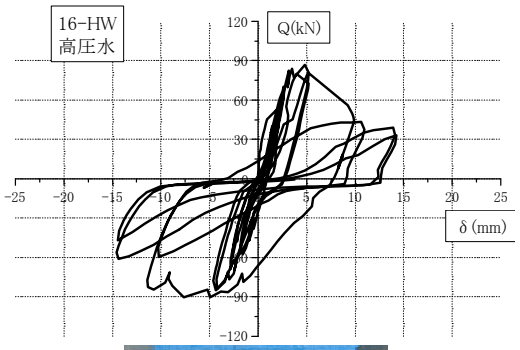
	σ_B	Ec	σt
先打ち	37.9	2.56	2.17
後打ち	32.5	2.24	2.69

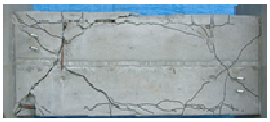
鉄　筋

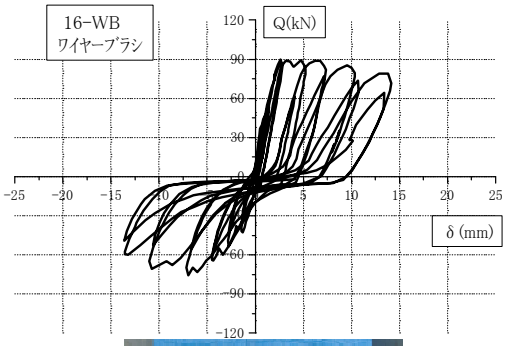
	σy	σmax	Es
D6	352.1	549.2	1.75
D13	337.6	480.5	1.91

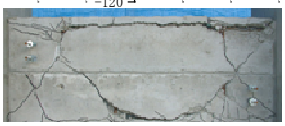
Memo:
σ_B:圧縮強度(N/mm^2)
Ec:コンクリートヤング率(×10^{4}N/mm^2)
σt:割裂強度(N/mm^2)
σy:降伏強度(N/mm^2)
σmax:最大引張強度(N/mm^2)
Es:鉄筋ヤング率(×10^{5}N/mm^2)

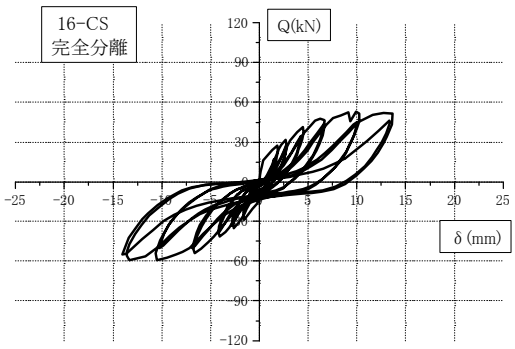
側では 5/1000rad.加力時に主筋の降伏が計測され，8/1000rad.で最大耐力を示した．ワイヤーブラシの 16-WB は，2/1000rad.正側加力時に主筋の降伏が計測され最大耐力を示した．負側加力では 5/1000rad.加力時に最大耐力を示した．また 10/1000rad.正・負側加力時に主筋に沿った付着割裂ひび割れが発生した．無処理の 16-NP は，

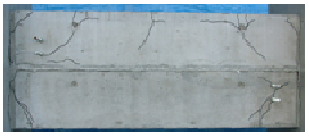


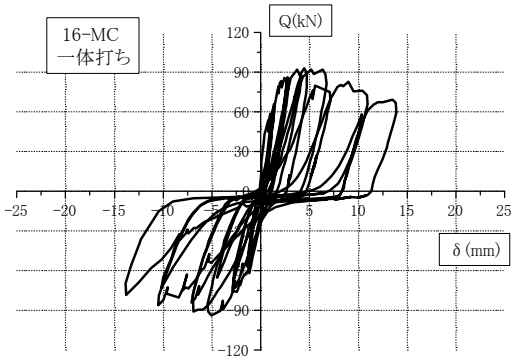












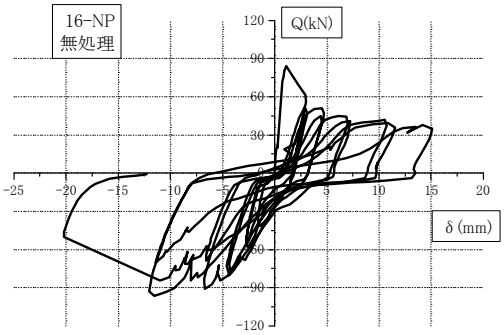


図４．せん断力 Q－変位 δ 曲線
ひび割れ写真

1/1000rad.正側加力時に最大耐力を示しせん断破壊をした．負側では 8/1000rad.加力時に最大耐力を示した．完全分離の 16-CS は，5/1000rad.加力時に主筋の降伏が計測された．一体打ちの 16-MC は，5/1000rad.加力時に最大耐力を示し，8/1000rad.加力時にせん断破壊を生じた．

図５．には Q－部材角 R 包絡線を示した．初期剛性は，16-NP 以外の試験体はほぼ同じであった．荷重の増加に伴い，

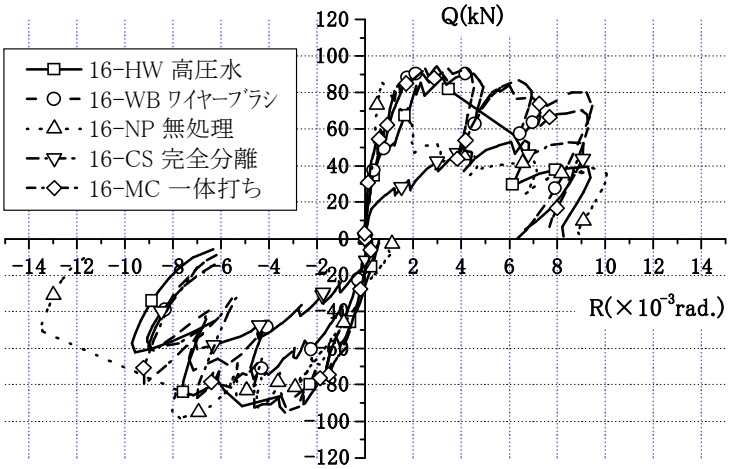


図５．せん断力 Q－部材角 R 包絡線

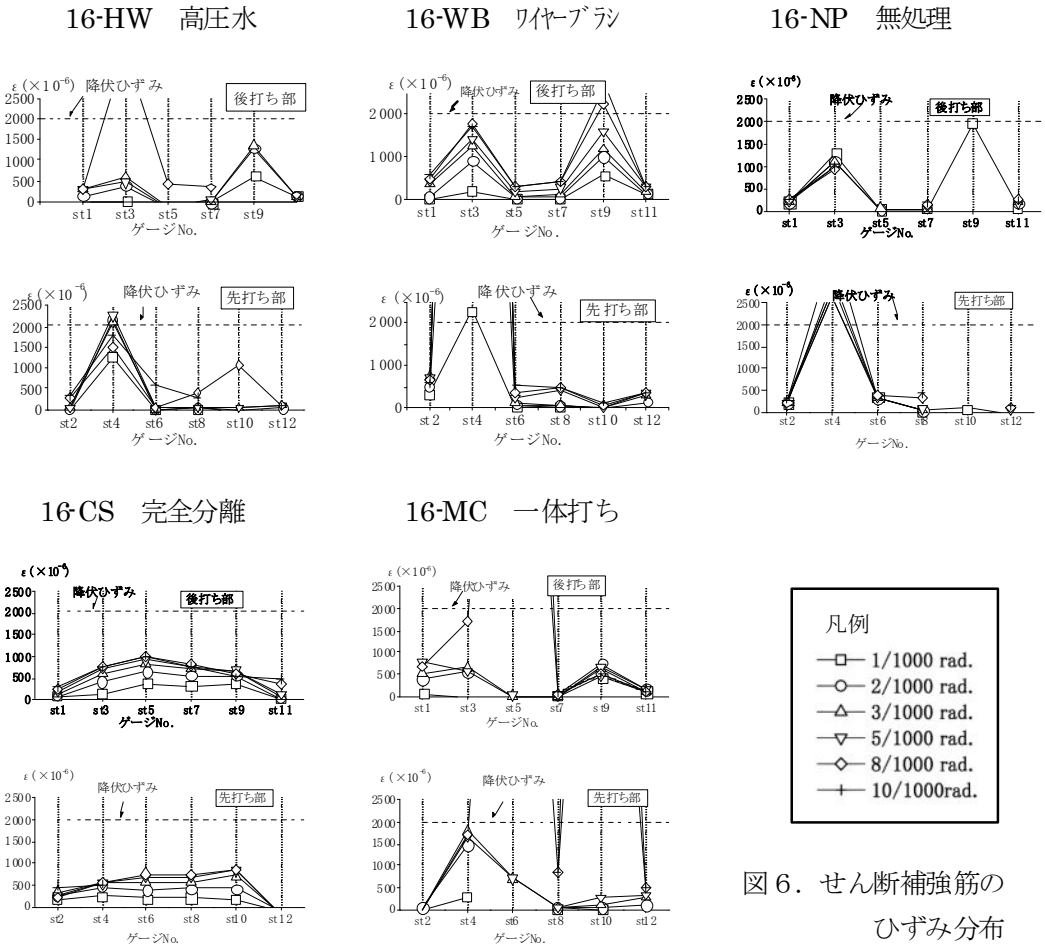


図６．せん断補強筋のひずみ分布

16-NP は梁両端部に発生した曲げひび割れの影響で剛性の低下が他の試験体と比べ大きくなっていた．

図６．にはせん断力補強筋のひずみ分布を先打ち部・後打ち部で示した(図中の破線は素材の引張り試験より求めた降伏ひずみを表す)．16-CS 試験体を除いて，打ち継ぎ部の処理方法の相違によらず，各試験体とも梁端部では降伏ひずみを超え，梁中央では降伏ひずみに達していない．これは図４のひび割れ写真に示したように，それらの試験体では端部にせん断ひび割れが発生していることに起因している．また，16-MC と比べ 16-HW，16-WB（では先打ち部・後打ち部でせん断補強筋が降伏ひずみに達しているが，16-NP（無処理）では先打ち部で降伏ひずみに達していたが，後打ち部では降伏ひずみに達していない．16-CS はスパン全長にわたって降伏ひずみには達していなかった．

図７．にはせん断力と水平ずれ量の関係を示した．16-CS 試験体以外の試験体では

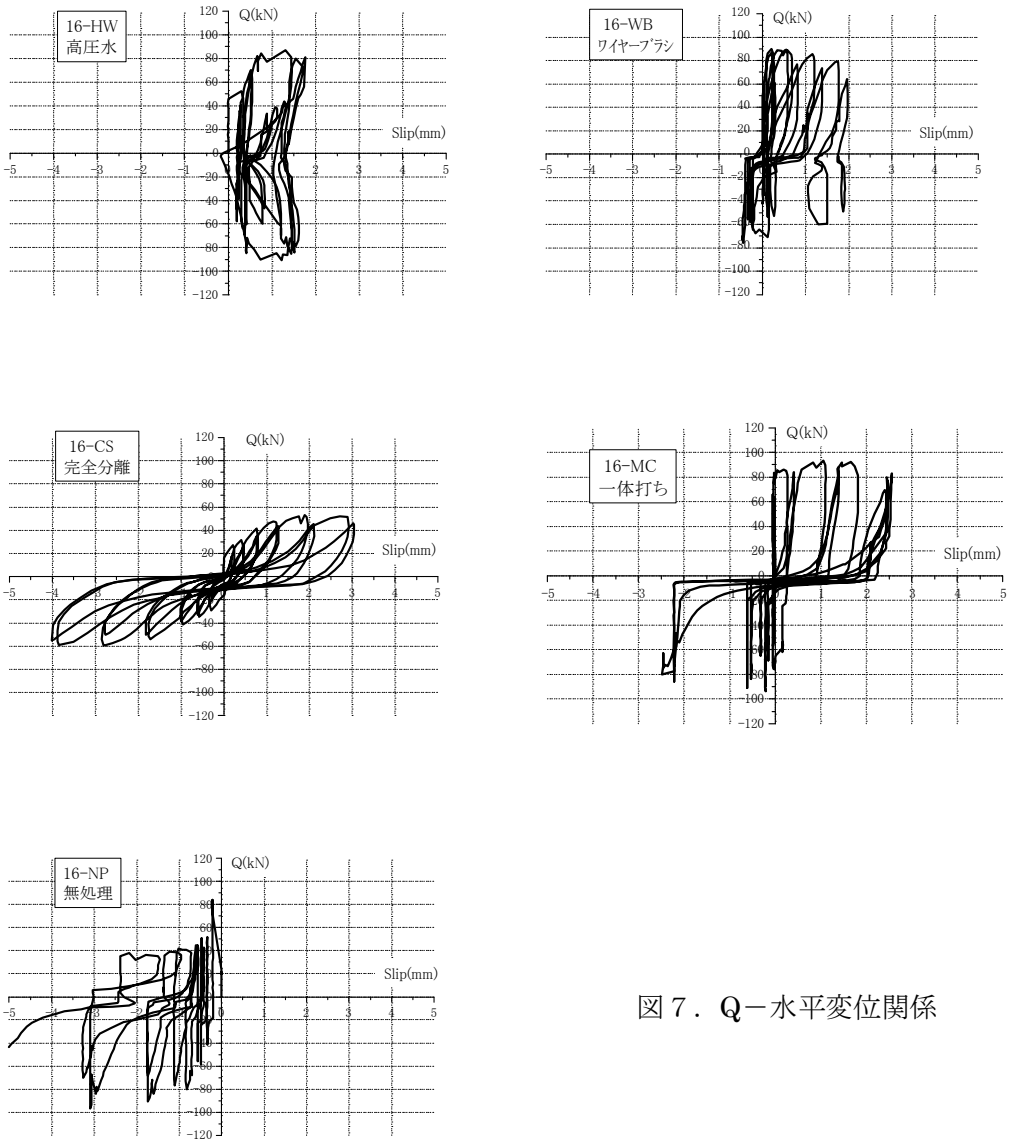


図７．Q－水平変位関係

最大2～3mmの水平ずれ量が計測されている．しかしながら，水平ずれ量計測区間内にせん断ひび割れは発生しており，このひび割れの水平方向の広がりは 16-HW で 0.5mm ～ 1.8mm， 16-WB で 1.8mm ～ 2.0mm, 16-MC は 0.8mm～2.5mm, 16-NP では 3.0mm～3.5mm 計測されており，計測された水平方向のずれ量に相当している事を考慮するとせん断ひび割れが発生していない区間の打ち継ぎ部での水平ずれは生じていないと推測れる．一方 16-CS では，せん断ひび割れ幅の水平方向の広がりは他の試験体と比べ最大 0.3mm と小さく，先打ち部と後打ち部の水平ずれが計測されていると考えられる．

表４には，主筋降伏時，最大耐力に対する実験値と計算値を示した（主筋降伏ひずみは素材の引張り試験結果を用い実験計測値より求め，計算値は一体打ちとして求めた）．16-CS 以外の試験体では主筋降伏時で実／計は 0.91～1.09 倍（平均 1.04 倍），単筋梁の重ね梁とした曲げ終局耐力の実／計は 1.81～2.33 倍（平均 2.14 倍），一体打ちとした曲げ終局耐力の実／計は 0.87～1.08 倍（平均 1.04 倍）であった．本実験に用いた曲げ降伏先行型の梁の耐力推定では水平打ち継ぎを行った梁の耐力評価は，打ち継ぎ形状の相違に関係なく一体打ちとして耐力評価ができていると考えられる．

４．まとめ

本レポートは，水平打ち継ぎを行った RC 梁に対し逆対称モーメント加力実験を行った結果についてまとめたものである．
本実験で得られた知見を以下に示す．

せん断力―変形関係は，ワーヤーブラシ処理試験体が一体打ち試験体と同じ剛性を示していた．高圧水処理試験体，ワイヤーブラシ試験体の最大耐力は一体打ちと比べ約 90%，完全分離させた試験体では 60%の耐力であった．完全分離試験体以外の耐力推定では，主筋降伏時，曲げ終局強度とも既往の曲げ耐力式で評価ができている．

[引用・参考文献]

[1]水平打ち継ぎを行った RC 梁の実験
近畿大学建築学部建築学科鉄筋コンクリート第２研究室ホームページ　2015 年
福田　幹夫

[2]鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説
2010 年　日本建築学会

[3]鉄筋コンクリート構造物の靭性保証型耐震設計指針（案）・同解説　1997 年　日本建築学会

表４．実験値と計算値

No.		主筋降伏時			Qmu					荒川mean	Vu
		実	計	実/計		計1	実/計1	計2	実/計2		
16-HW	+Q	74.5	70.3	1.06	86.7	41.5	2.09	86.8	1.00	122.4	156.7
	-Q	76.8		1.09	90.5		2.18		1.04		
16-WB	+Q	75.6		1.08	89.8		2.16		1.03		
	-Q	68.8		0.98	75.1		1.81		0.87		
16-NP	+Q	72.1		1.03	84.2		2.03		0.97		
	-Q	64.2		0.91	96.7		2.33		1.11		
16-CS	+Q	45.8		0.65	52.9		1.27		0.61		
	-Q	43.6		0.62	59.5		1.43		0.69		
16-MC	+Q	75.6		1.08	93.2		2.25		1.07		
	-Q	76.0		1.08	93.7		2.26		1.08		

Memo: 単位：実、Qmu(曲げ終局耐力)、荒川mean、Vu、計　(kN)
Qmu1：　単筋梁重ね梁としての曲げ終局耐力
Qmu2：　一体打ち梁としての曲げ終局耐力
Vu　：靭性保証型耐震指針(案)式