水平打ち継ぎを行ったRC梁の実験
その(2)　要素実験結果に基づく水平打ち継ぎ面のひび割れ耐力の推定

近畿大学　建築学部建築学科　福田　幹夫

１．はじめに

筆者が昨年度行った実験[1]では，先打ちコンクリート部と後打ちコンクリート部境界に水平方向のひび割れが発生した．また，完全分離させた試験体では，この部分で水平ずれが計測されていた．

本レポートは，打ち継ぎ部の水平ひび割れ強度を調べるために，要素試験体による一面せん断実験を行い，水平ひび割れ耐力を推定した結果を報告する．

２．実験方法

昨年行った水平打ち継ぎを行ったRC梁の実験から，垂直変位量が大きくなると図１に示したように打ち継ぎ部境界面に水平方向のせん断力が生じ，ひび割れが生じると考えられる．本実験では，この部分の一面せん断耐力を調べるために，要素試験体を用いて一面せん断実験を行った．

試験体形状を図２に示す．試験体の大きさは200mm×200mmで厚さ150mm（先打ちコンクリート部の打ち込み厚さは50mm，後打ちコンクリート厚さが100mm）である．試験体は，先打ちコンクリート打設翌日に打ち継ぎ部表面を表１に示したようにワイヤーブラシ仕上げ(WB)，高圧ジェット水による洗浄（高圧水　HW）と表面処理を行わない無処理（NP）とし，７日後に後打ちコンクリートを打設した．また，強度比較のために，先打ちコンクリートで一体打ち（MC）も作成した．試験体数は，各５体づつである．コンクリート強度によって，打ち継ぎ部の一面せん断強度に差が生じることが考えられるため，使用コンクリート設計規準強度はFC18とFC36の２種とした．各試験体の養生は気

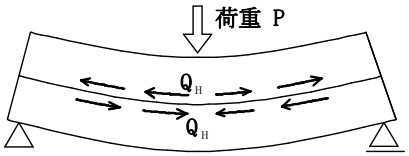

図１．変形概略図

表１．試験体

No.	打ち継ぎ部表面処理方法
NP	無処理
WB	ワイヤーブラシ仕上げ
HW	高圧水洗浄
MC	先打ちコンクリートで一体打ち

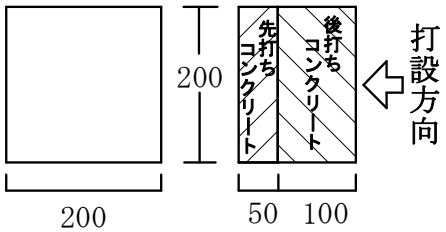

図２．試験体

表２．使用材料強度

		σ_B	Ec
FC18	先打ち	26.1	2.43
	後打ち	25.6	2.53
FC36	先打ち	48.6	2.61
	後打ち	54.0	2.99

[Memo]　σ_B：コンクリート圧縮強度(N/mm^2)
Ec：ヤング率(×10^{4}N/mm^2)

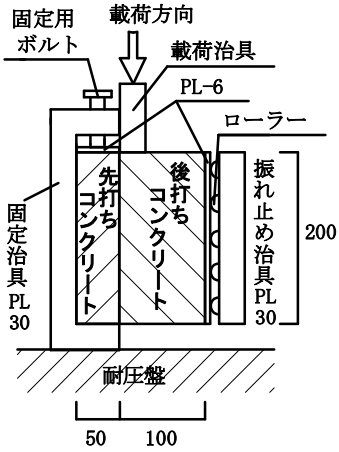

図３．加力装置

中養生とした．

実験方法は，図３に示すように先打ちコンクリート部を固定治具に装着し，後打ちコンクリート部にローラーを装着した振れ止め治具で挟み込みこんだ．その際図３写真に示すように，固定治具と振れ止め治具をボルトで連結しナットで手締めとした（レンチなどの道具は使用せず，打ち継ぎ面に対する圧縮力はほとんど無視出来る程度と考えられる）．加力はアムスラー型試験機を用いて一方向に載荷治具を押す方法である．

試験体に使用したコンクリートの力学的性質を表２に示す．

３．実験結果

実験結果一覧を表 3 に打ち継ぎ部表面仕上げ形状別の平均一面せん断応力度 τ slip（最大荷重／打ち継ぎ部面積）を，コンクリート圧縮強度 σ_B と τ slip 関係のグラフを図４にそれぞれ示した．一体打ちを除く τ slip の平均値は，FC18 で無処理（NP）が 1.49N/mm², ワイヤーブラシ（WB）で 2.53 N/mm², 高圧水（HW）で 1.12 N/mm², FC36 ではで無処理（NP）が 1.39N/mm², ワイヤーブラシ（WB）で 1.40 N/mm², 高

表３．実験結果一覧

Fc	No.		$_{slip}\tau$		σ_B	
				av.	先打ち	後打ち
18	NP 無処理	1	0.92	1.49	26.1	25.6
		2	1.21			
		3	1.67			
		4	1.87			
		5	1.79			
	WB ﾜｲﾔｰﾌﾞﾗｼ	1	2.93	2.53		
		2	2.33			
		3	2.77			
		4	2.53			
		5	2.11			
	HW 高圧水	1	0.97	1.12		
		2	1.49			
		3	1.06			
		4	1.12			
		5	0.99			
	MC 一体打ち	1	4.15	4.03		
		2	4.08			
		3	3.44			
		4	4.32			
		5	4.17			
36	NP 無処理	1	0.98	1.39	48.6	54.0
		2	2.02			
		3	1.37			
		4	1.64			
		5	0.92			
	WB ﾜｲﾔｰﾌﾞﾗｼ	1	1.37	1.40		
		2	0.71			
		3	2.03			
		4	1.31			
		5	1.56			
	HW 高圧水	1	1.63	1.61		
		2	1.82			
		3	1.64			
		4	1.08			
		5	1.86			
	MC 一体打ち	1	6.81	5.50		
		2	5.58			
		3	4.96			
		4	4.88			
		5	5.29			

Memo　Fc：呼び強度(N/mm²)
$_{slip}\tau$ ：平均一面せん断応力度(N/mm²)
σ_B：先打ち・後打ちコンクリート圧縮強度(N/mm²)

圧水（HW）で 1.61 N/mm² であった．NP と WB では FC が大きくなると τ slip が減少する傾向となり，HW では増加する傾向にあった．また，一体打ち試験体（MC）の τ slip と比較すると打ち継ぎを行った場合の τ slip は FC18 では 28～37%（ただし，WB の結果を除く），FC36 では 25～29%となっていた．

本実験範囲内での一面せん断応力度 τ slip とコンクリート強度 σ_B との関係は，

無処理（NP）

$$\tau\ slip = -0.0037\,\sigma_B + 1.59$$

ワイヤーブラシ(WB)

$$\tau\ slip = -0.0401\,\sigma_B + 3.56$$

高圧水（HW）

$$\tau\ slip = 0.0169\,\sigma_B + 0.69$$

であった．

４．水平ひび割れ発生荷重の一推定

単純梁中央一点載荷実験[1]において，先打ちコンクリート部に発生したせん断ひび割れが伸展し，打ち継ぎ部に水平方向のひび割れとなって発生した．これは，図１に示したように先打ちコンクリート部と後打ちコンクリート部で断面に対する水平方向のせん断力 Q_{HC} が生じているものと考える．一面せん断試験結果を用い，打ち継ぎ部水平せん断ひび割れ発生荷重 P_{HC} の推定について提案する．

[仮定]

(1) 打ち継ぎ部に水平ひび割れが発生するまでは後打ちコンクリートの付着によって一体化と考える．

(2) 試験体には図５のようなトラス機構が

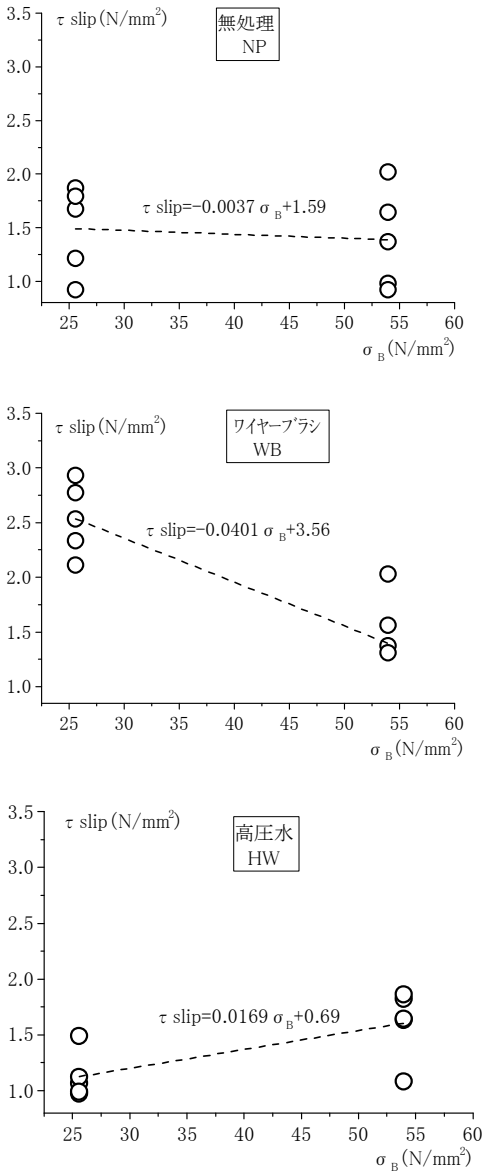

図４． τ slip－ σ_B 関係

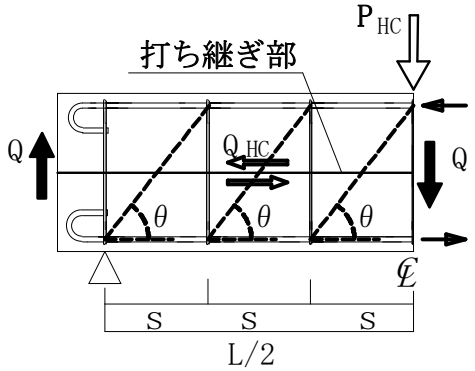

図５．単純梁試験体[1]
トラス機構のイメージ

形成されている[2].

(3) 水平ひび割れ発生せん断力 Q_{HC} は打ち継ぎ部水平断面に作用する.

図５に示したように，梁に生じたせん断力 Q による水平方向の大きさ Q_H は

$$Q_H = Q / \tan\theta \quad \cdots (1)$$

ただし，Q_H は打ち継ぎ部水平断面において前述の一面せん断応力度 τ slip を上限とする．仮定(2)よりトラス機構に関与する梁有効断面幅は文献[2]に示されているようにせん断補強筋で囲まれた幅が寄与すると考える．また Q_H は，有効水平面積 Ae=be・s によって負担されていると考えると，打ち継ぎ部に生じる水平ひび割れ強度 Q_{HC} は次式となる.

$$Q_{HC} = \tau\,\mathrm{slip} \cdot be \cdot s \quad \cdots (2)$$

(1) 式，(2)式よりより，

$$Q \cdot \tan\theta = \tau\,\mathrm{slip} \cdot be \cdot s$$

Q=P/2 より水平ひび割れ発生荷重 P_{HC} は

$$P_{HC} = 2\tau\,\mathrm{slip} \cdot be \cdot s \cdot \tan\theta$$

として求められる.

[Note]
Q_{HC}　打ち継ぎ部ひび割れ水平せん断力
τ slip　ひび割れせん断応力度(N/mm²)
θ　トラス機構の角度
be　トラス機構有効幅[2]
s　横補強筋間隔[2]

表４に実験値[1]と計算値を，図６にはその比較した図を示した．本水平ひび割れ発生荷重値推定方法では，打ち継ぎ部を高圧水洗浄処理した試験体は実験値に対しやや低めの値となっているが，全試験体の実験値との比較では計算は±20%程度の範囲内となっていることからひび割れ耐力の推定ができると考えられる.

表４．実験値と計算値

NO.	実験値	計算値	実／計
NP-B	42.0	35.7	1.18
NP-S	33.6		0.94
WB-B	34.0	35.7	0.95
WB-S	34.0		0.95
HW-B	42.0	41.1	1.02
HW-S	36.0		0.88

Memo:　実験値[1]、計算値 (kN)

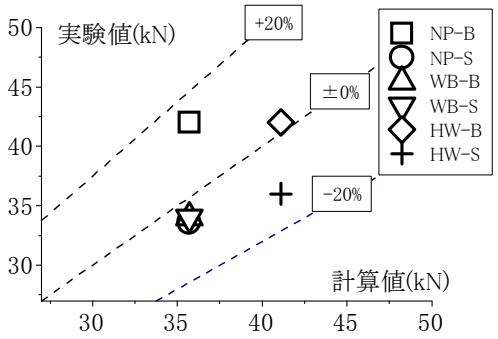

図６．実験値と計算値の比較

５．まとめ

本実験は，水平打ち継ぎを行った RC 梁打ち継ぎ部水平ひび割れ耐力を推定するため，要素試験体を用いて一面せん断実験を行った．一般的に行われている高圧水洗浄処理では後打ちコンクリート強度により 1.1～1.6N/mm² の一面せん断応力度であった．また，打ち継ぎ部に発生する水平ひび割れ発生機構を考慮し，一面せん断実験結果よりひび割れ発生荷重の推定を試みた．計算値は実験値に比べ 15%以内であり，本提案方法で水平ひび割れ耐力が評価できると考えられる.

[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