

# 環境を守る水対策に関する研究

## 高水圧下におけるコンクリートの打継ぎ部・ひび割れ部の水密性向上技術

松井 勇（建築工学科） 湯浅 昇（建築工学科）

### 1. はじめに

コンクリートの打継ぎ部の水密性は、漏水防止、コンクリートの耐久性向上、鉄筋腐食などと密接な関係を有している。打継ぎ部からの水密性不足による漏水事故は、外壁などからの雨水の浸入だけでなく、地下壁からの地下水の浸入もある。さらに、地下壁が地下水位以下にある場合は地上部に比べ高い水圧が作用しているため、より高い水密性が要求される。

建築工事標準仕様書 JASS5 鉄筋コンクリート工事によると、コンクリートの打継ぎ面は、レイタンス、脆弱なコンクリート、ゴミなどを取り除き、新たに打ち込むコンクリートと一体になるように処置すると規定されている。コンクリートの打継ぎ部は、完全な一体化結合にはなりにくく、打継ぎが不適切な部分にひび割れが発生し、構造耐力の低下だけでなく、漏水、鉄筋の腐食の原因となり、耐久性の低下をもたらすので打ち継ぎ部の処理は慎重に行わなければならない。と解説に記されている。

このことより、打継ぎが不適切な部分が脆弱部分となり、これが水の通り道となり漏水に至ると考えられる。打継ぎ部は上階の荷重が作用しておりこの拘束と漏水の関係は定かではない。

本報告は、実構造物の地下壁を想定し、高水圧を作用できる水密性試験方法の検討ならびにコンクリートの調合（主に水セメント比・スランプ）を変えたコンクリート打継ぎ部の水密性について検討した結果である。

### 2. 水密性試験方法の検討

#### 2.1 試験方法開発の考え方

これまでの研究<sup>2)</sup>により、開発した水密性試験方法によってコンクリート打継ぎ部およびひび割れ部の水密性を確認する事が出来る事が確認されている。しかしながら打継ぎ部に作用する水圧（打継ぎ部を広げようとする力）は打継ぎ部に対して注水穴を平行にしたものと直交にしたものでは差が出てくると考えられる。

そこで本項では、図1に示すような注水穴と平行に打継ぎ部を設けた試験体（シリーズⅠ）と注水穴と直交に打継ぎ部を設けた試験体（シリーズⅡ）を作製し、それぞれの試験体を用いて実験を行った。

#### 2.2 実験概要

##### 2.2.1 試験体

###### (1) シリーズⅠ

###### a) 試験体の形状寸法

試験体は無筋コンクリート（調合を表1に示す）とし、試験体の形状・寸法は図2に示すように、打継ぎ部を注水穴に平行に設けた。中央

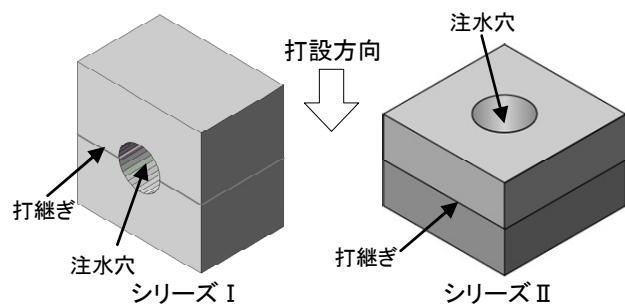


図1 試験体概念図

表1 調合表（シリーズⅠ・Ⅱ共通）

W/C (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位水量 (kg/m <sup>3</sup> )	最大骨材寸法 (cm)	細骨材率 (%)	絶対質量 (kg/m <sup>3</sup> )			混和材 (g/m <sup>3</sup> )	
						セメント	細骨材	粗骨材	No.70	303A
65	20.5	4.5	185	25	45.5	285	817	979	713	2200

の注水穴は、試験時にこの中に水を満たして水圧を作用させるために設けたものである。

#### b) 試験体作製方法

1層目のコンクリートを打設した後、封かん養生し、材齢7日で2層目のコンクリートを打設した。打継ぎ面のレイタンス、水湿しなどの処理は行わないものとした。2層目を打設後1日で脱型し、その後1週間以上の気中養生を経て試験体の上下面と注水穴内の上下端部 2.5cm をウレタンで防水した。

なお、水密性試験は2層目打設後4週以上の気中養生期間を経て行うものとした。

#### (2) シリーズⅡ

##### a) 試験体の形状寸法

コンクリートの調合はシリーズⅠと同じとし、試験体の形状・寸法は図3に示すように、打継ぎ部は注水穴に直交する様に設けた。

##### b) 試験体作製方法

1層目のコンクリートを打設したのち、4時間、12時間、24時間(1日)、72時間(3日)で2層目のコンクリートを打設した。なお打継ぎ面のレイタンス、水湿しなどの処理は行わないものとした。2層目打設までを封かん養生とし、打設後3日間封かん養生したのち脱型した。脱型後試験体を充分乾燥させた後にウレタン防水を施した。なお、水密性試験は2層目打設後7日以上の養生期間を経て行った。

#### 2.2.2 水密性試験装置

水密性試験装置を図4に示す。試験体中央部の注水穴の周辺に「Oリング」を設置し、穴に注水して水圧をかけるものである。なお、水圧計の最小目盛りは0.01MPaで水密性試験装置の設計最大水圧は0.5MPaである。

試験体の打継ぎ部の水圧による広がりを防ぐために、試験体の両側面を試験体拘束ボルトを用いて打継ぎ面を圧縮する形で試験体を拘束している。水圧が作用しているときの打継ぎ面の開きを確認するために図2、図3に示すように打継ぎ面に直交する形でパイ型変位計(標点距

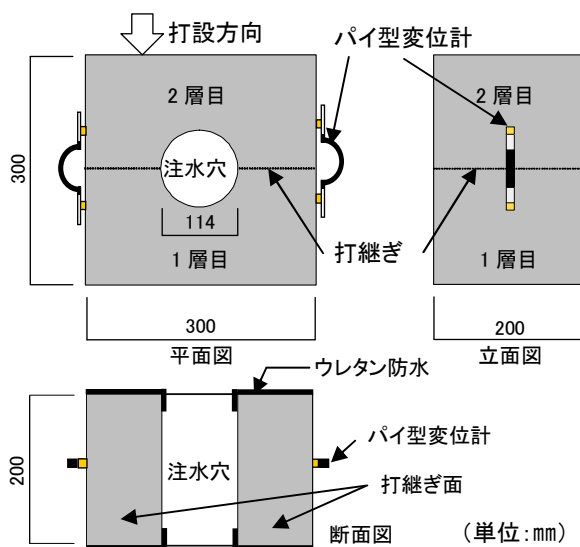


図2 試験体図(シリーズⅠ)

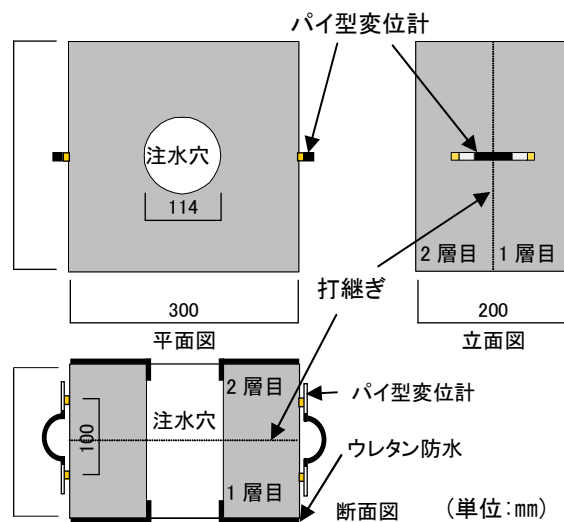


図3 試験体図(シリーズⅡ)

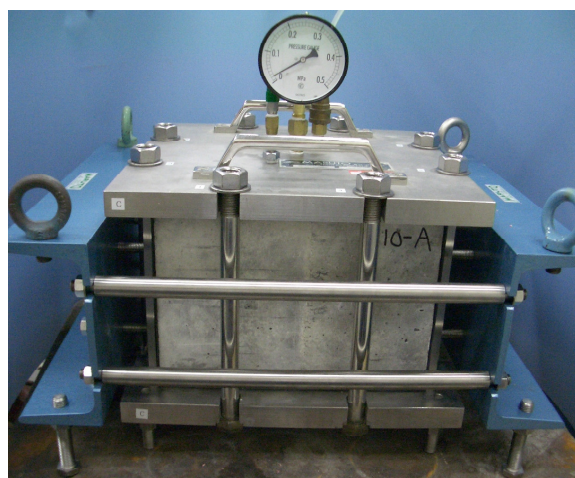


図4 水密性試験装置

離100mm最大読み取り変位2mm)を2箇所設置し打継ぎ面の開きを測定した。

### 2.2.3 実験方法

試験体の打継ぎ面に直交するようにパイ型変位形を取り付け、試験体を鋼板の上に乗せ注水穴にウラン溶液を注水した後、蓋と試験体拘束金物を取り付け、拘束金物を所定の拘束力で締め付けた。その後水圧を 0.05MPa ずつ段階的に加圧し、漏水状況を確認した。なお、漏水状況は漏水無しと、図 5 に示すような浸透、水滴、流水の 4 水準とした。

激しい漏水を確認するか、水圧 0.2MPa で漏水を確認できないと判断された時点で実験を終了した。なお各作用水圧における水圧の作用時間は最大 30 分間とした。

### 2.3 結果および考察

図 6、図 7 は水圧による打継ぎ部のひずみの推移を示したもので、図中の●は漏水開始を示している。なお図 6 はシリーズ I、図 7 はシリーズ II の結果となっている。

#### (1) 水圧と打継ぎ部の開きの関係の比較

シリーズ I では、拘束力が強い程、水圧の増加に対する打継ぎ部の開きは小さくなっている。シリーズ II では、何れの拘束力においても水圧の増加による大幅な打継ぎ部の開きは確認できなかった。

#### (2) 漏水に関する比較

シリーズ I では、拘束力 4.0MPa 以外の試験体にて漏水を確認した。シリーズ II では、何れの試験体においても漏水を確認する事はなかった。これは打継ぎ部が圧縮されているためであると考えられる。このように打継ぎ部の漏水は打継ぎ部に作用する圧縮力の拘束程度にも支配されると考えられる。

## 3. コンクリート打継ぎ部の水密性の検証

(コンクリートの調合を変えた場合)

### 3.1 実験概要

#### 3.1.1 試験体

##### (1) 試験体の形状寸法

試験体は無筋コンクリート（調合を表 2 に示す）とし、試験体の形状・寸法は前項のシリーズ II と同様である。

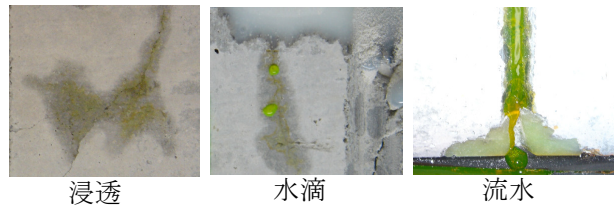


図 5 漏水区分

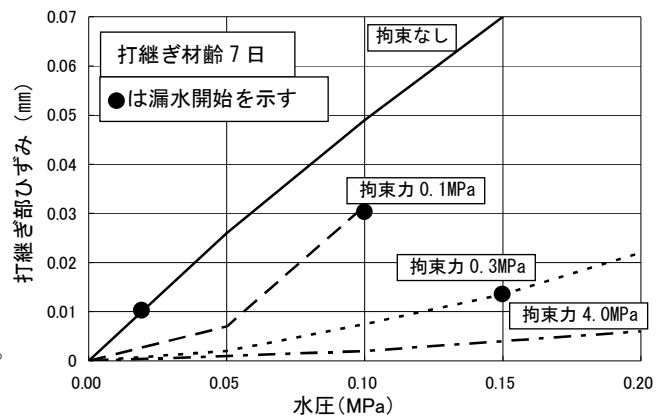


図 6 水圧と打継ぎ部ひずみの関係 (シリーズ I)

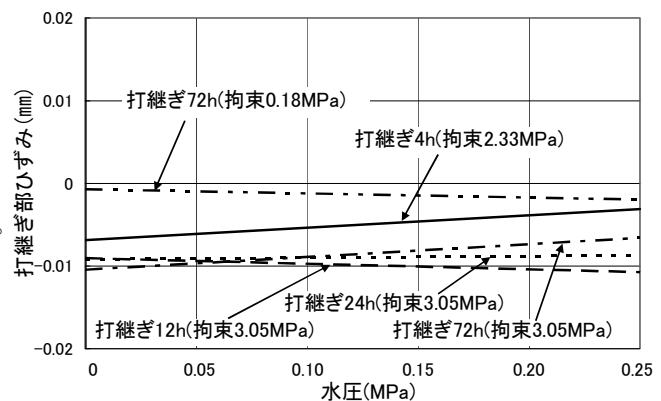


図 7 水圧と打継ぎ部ひずみの関係 (シリーズ II)

表 2 調合表 (スランプ・水セメント比を変えた場合)

W/C	スランプ	空気量	細骨材率	単位水量	絶対容積			質量			混和材	空気量調整剤
					セメント	細骨材	粗骨材	セメント	細骨材	粗骨材		
%	cm	%	%	kg/m <sup>3</sup>	ℓ/m <sup>3</sup>	ℓ/m <sup>3</sup>	ℓ/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>
55	15	4.5	42.8	157	90	303	405	285	806	1061	876	2122
	18	4.5	45.1	168	97	311	379	307	827	993	944	2286
	21	4.5	47.5	180	103	319	353	337	849	925	1036	2509
65	15	4.5	45.0	170	82	317	388	260	843	1016	801	1939
	18	4.5	47.7	177	86	330	362	272	879	950	837	2026
	21	4.5	49.9	190	93	336	337	293	894	884	902	2185

## (2) 試験体作製方法

1層目を打設後7日封かん養生した後に2層目を打設した。なお、2層目打設時には打継ぎ面のレイタンスの処理、および水湿しを施さないものとした。2層目を打設後2週間型枠中で封かん養生した後脱型し、試験体の上下面と注水穴内の上下端部2.5cmをウレタンで防水した。なお、水密性試験は2層目打設後4週間の気中養生を経て行った。

### 3.1.2 試験装置および方法

前項の試験装置ならびに試験方法に準じた。なお、試験体拘束ボルトは手締めとし拘束の程度は打継ぎ部を圧縮しない程度とした。

### 3.2 結果および考察

#### (1) 調合が水密性に及ぼす影響

表3に水密性試験結果を示す。水セメント比65%の試験体は漏水が確認できた。それに対して、水セメント比55%の試験体は漏水が確認できていない。普通ポルトランドセメントの場合、硬化に必要な水量はセメント量に対して25~40%程度である<sup>1)</sup>ため水セメント比が40%を超えた場合、ブリーディング(図8参照)が発生する。今回の試験体には打継ぎ部の表面処理を施していないことから、打継ぎ部にレイタンスの影響が作用すると考えられる。以上のことから、水セメント比が大きくなると漏水しやすくなると考えられる。

#### (2) 水圧とひずみ度および漏水の関係

漏水を確認した水セメント比65%スランブ15cmのNo1、No2を比較すると、前者は圧縮ひずみが生じているがその量が少ないので浸透程度であるが、後者は引張ひずみが生じており、打継ぎ部が広がる傾向となるため流水が起こっている。また、水セメント比65%スランブ21cmのNo1、No2を比較するとNo1は引張ひずみで流水を生じており、No2は圧縮ひずみで漏水が確

表3 水密性試験結果

W/C (%)	スランブ (cm)	試験体	試験前	水圧 (MPa)						試験終了
			ひずみ度 ( $\times 10^{-6}$ )	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	ひずみ度 ( $\times 10^{-6}$ )
55	15	NO.1	-2.2	—	—	—	—	—	—	7.45
		NO.2	2.4	—	—	—	—	—	—	-97.5
	18	NO.1	-9.6	—	—	—	—	—	—	20.55
		NO.2	-2.5	—	—	—	—	—	—	-84.4
	21	NO.1	4.8	—	—	—	—	—	—	-7.35
		NO.2	0.0	—	—	—	—	—	—	38.35
65	15	NO.1	25.9	—	—	—	—	浸透	浸透	-31.8
		NO.2	-2.4	—	浸透	水滴	流水	流水	流水	19.9
	18	NO.1	-23.1	—	—	—	—	—	—	-23.25
		NO.2	31.7	—	—	—	—	—	—	0.25
	21	NO.1	-19.5	—	流水	流水	流水	流水	流水	85.5
		NO.2	-0.1	—	—	—	—	—	—	-120.2

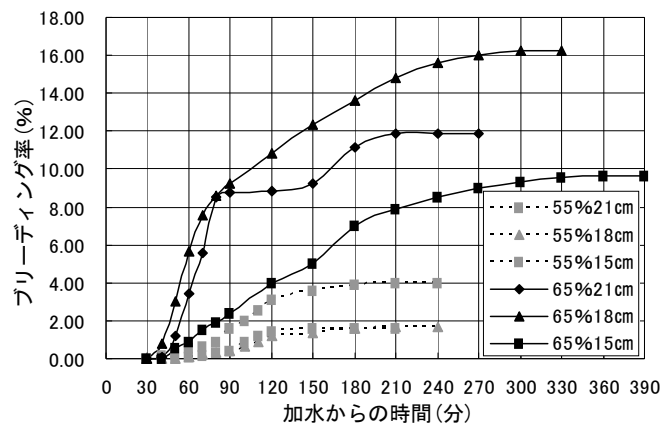


図8 ブリーディング率

認できていない。この結果より、打継ぎ部の拘束程度も漏水に影響を及ぼすと考えられる。

#### 4. まとめ

- 1) 打継ぎが注水穴に直交したほうが平行になるより拘束板も不要で水圧による広がりも小さくなるため試験方法としては優れているが、漏水量等を測定するには適していない。
- 2) 打継ぎ部の水密性は、打継ぎ部に作用する拘束力の影響を受ける。
- 3) 水セメント比が大きくなるとブリーディングの影響により打継ぎ部の水密性が低下する。

#### 参考文献

- 1) 笠井芳夫編著, コンクリート総覧, 技術書院, (1998), p. 61
- 2) 手塚基広, 松井勇, 逸見義男, 守屋哲夫, 高水圧下におけるコンクリートの打継ぎ部およびひび割れ部の水密性試験の提案, 日本建築学会技術報告集, 第13巻, 第26号, (2007), pp. 411-414
- 3) 田中享二, 建築防水の立場から見たコンクリート, コンクリート工学, Vol. 41 (2003), pp. 20-25