コンクリート打継ぎ部の水密性について

日大生産工　○松井　勇　　鹿島建設　　手塚基広
HENMI コンサルタント　逸見義男　日大生産工　　湯浅　昇

1. はじめに

コンクリート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、鉄筋腐食の抑制などと密接な関係を有している。

特に、地下壁のコンクリートは高い水圧が作用するため、打継ぎ部の処理を入念に行うことが建築工事標準仕様書 JASS5 鉄筋コンクリート工事に記されている。最近は逆打ち工法の普及により、打継ぎ面の処理が難しくなっている。

一方、地下室への漏水が建築裁判でも取り上げられるようになってきた。地下壁の漏水は、室内側からの止水を考えなくてはならず、これを抑制することは難しい。

本研究は、このような背景の下、高い水圧を受けるコンクリート打ち継ぎ部の水密性試験方法確立を目的としている。試験方法については既に報告している[1)]。本報告は、打継ぎ部からの水の透過性について検討したものである。このため実験方法の詳細は文献[1)]を参照されたい。

2. 実験方法

2.1 コンクリート試験体の調合・形状

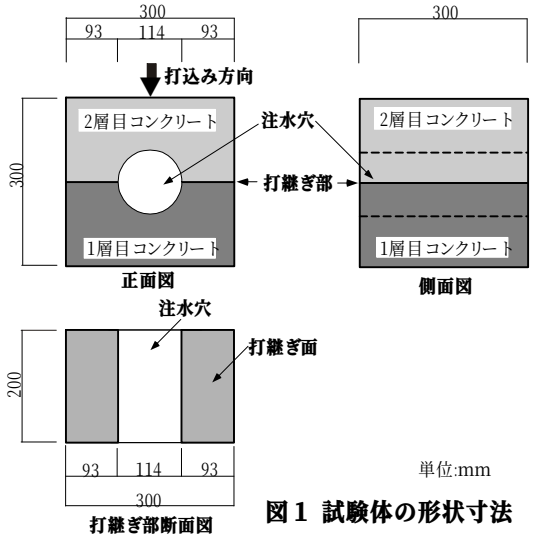


図１ 試験体の形状寸法

(1)コンクリートの調合

コンクリートは水セメント比 65%、スランプ 18cm の普通コンクリートとした。

(2) 試験体の形状

コンクリート試験体は図１に示す形状・寸法とした。中央の注水穴は、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。1 層目のコンクリートを打設したのち、2 時間、4 時間、6 時間、12 時間、24 時間、3 日間(72 時間)および 7 日間（168 時間）で 2 層目のコンクリートを打設した。このとき、最も悪い条件における水密性を確認するため、打ち継ぎ面のレイタンス、水湿しなどの処理は行わないこととした。2 層目を打設後、1 日で脱型し、水密性試験開始まで 20℃高温室内で 28 日間封かん養生した。

2.2 水圧試験方法

(1)試験装置

試験装置を図２に示す。水密性試験装置は、最大水圧 0.5Mpa で設計したものである。試験体中

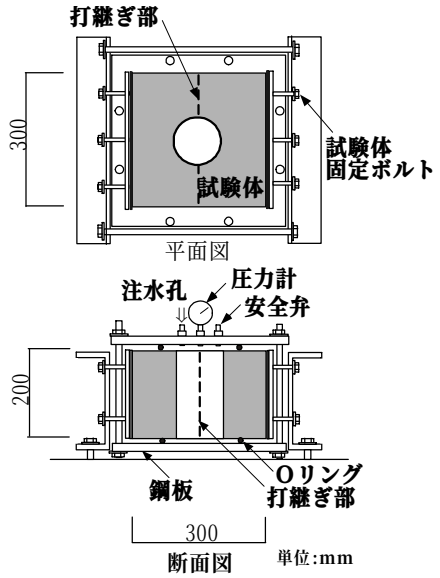
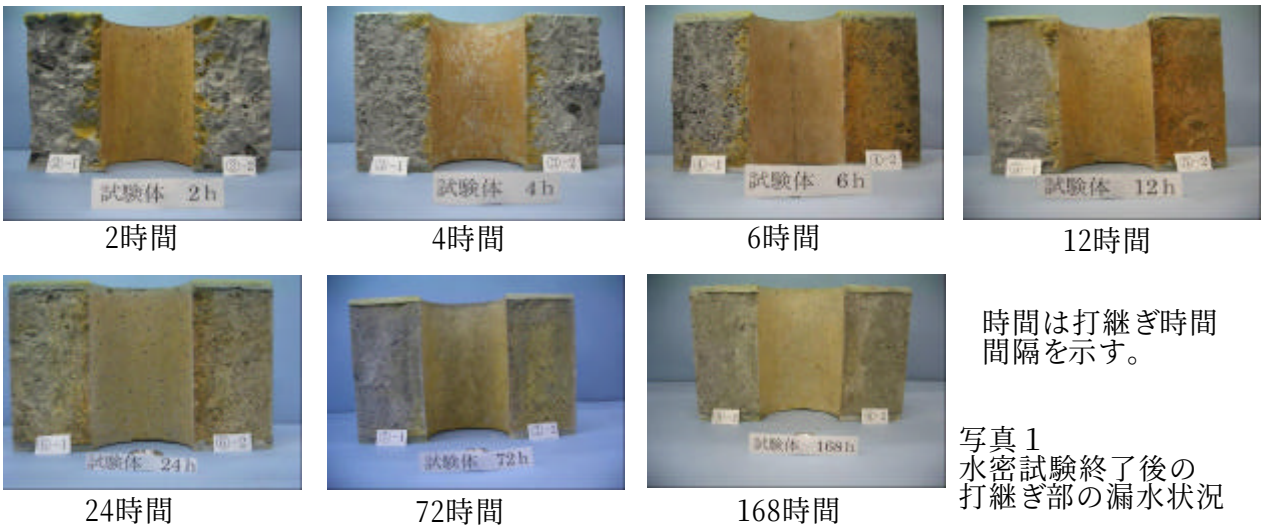


図２ 水密性試験装置

Watertightness of concrete placing joint

Isamu MATSUI , Motohiro TEZUKA, Yoshio HENMI and Noboru YUASA



2時間　4時間　6時間　12時間

24時間　72時間　168時間

時間は打継ぎ時間間隔を示す。

写真１
水密試験終了後の
打継ぎ部の漏水状況

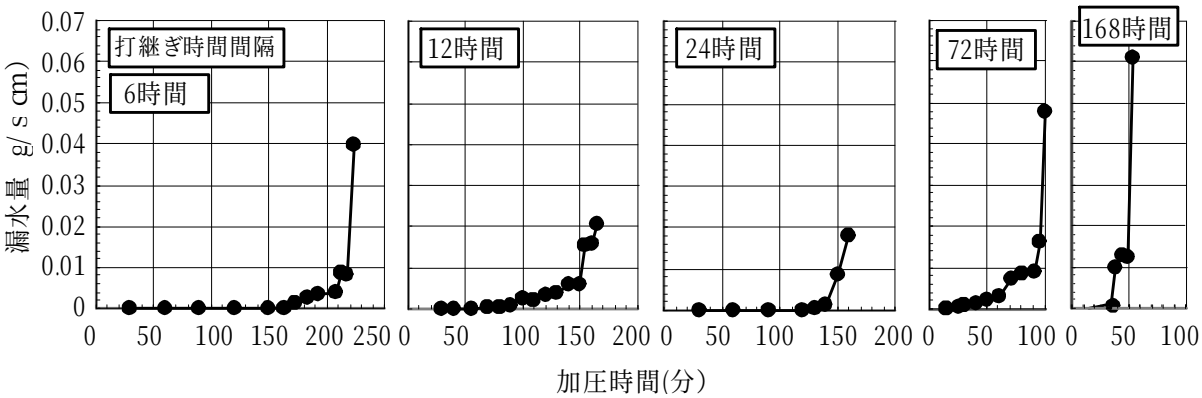


図３ 加圧時間と漏水量の関係　加圧時間 30 分ごとに水圧が 0.02Mpa ずつ増加している)

央部の穴の周辺に「O リング」を設置し、穴に注水して水圧を掛けるものである。水圧計の最小目盛りは 0.01Mpa である。

⑵試験方法

試験体を試験装置にセットし、0.02Mpa ずつ加圧し、最大 0.2Mpa で試験を終了した。各作用水圧における作用時間は最大 30 分間とした。但し、漏水を確認した場合、その水圧で漏水量がほぼ一定となるまで同一水圧を作用させた。

試験に際し、打継ぎ部の漏水跡が確認できるようにウラニン溶液を用いた。

３. 結果および考察

1)打継ぎ部の漏水状況

水密性試験終了後に、試験体を割れつした打継ぎ部の破断面の漏水状況を写真 1 に示す。漏水跡の水道を確認するために、水密試験にウラニン水溶液を用いているため、水が通った面が褐色に着色しているのがわかる。

打継ぎ 2 時間及び 4 時間は 0.2Mpa、30 分間で、漏水が確認できなかったので試験を終了した。しかし、2 時間及び 4 時間の試験体は、いずれも穴から数ｃｍまで着色している。6 時間、12 時間および 72 時間の試験体は、2 つある打継ぎ面の一方から漏水している。24 時間と 168 時間の試験体は 2 つの打継ぎ部から漏水している。

⑵加圧時間と漏水量の関係

加圧時間と漏水量の関係を図 3 に示す。これは、加圧時間 30 分毎に水圧を 0.02Mpa ずつ増加させる方法で実験を行ったもので、図中には水圧を示していないが、加圧時間 30 分ごとに水圧が 0.02Mpa ずつ大きくなっているものである。漏水量は、打継ぎ部に吸水紙をあてて、水を吸わせた後、吸水紙の質量を計り、吸水時間および打継ぎ長さで除して、単位時間当たり、単位打継ぎ長さ当たりの漏水量(g/s cm)を求めたものである。漏水量は任意の水圧下において 30 分間の加圧時間中に、数回測定し、漏水量がほぼ一定となっていることを確認しているが、漏水開始時においては

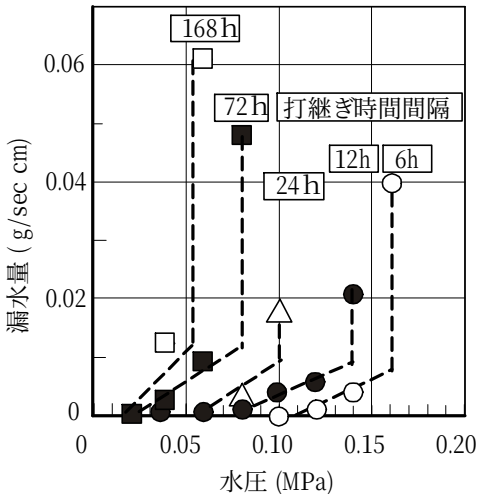


図 4　水圧と漏水量の関係

非常に少量であるか、打継ぎ長さの一部から漏水していることなどから、定常な漏水量を測定することができなかった。また、0.01(g/s cm)を超えると、漏水量が非常に多くなるため、定常な漏水量を測定することが出来なかった。

⑶水圧と漏水量の関係

水圧と漏水量の関係を図 4 に示す。漏水量は、打継ぎ時間間隔が長くなるに従い、小さい水圧で大きくなっている。これは、打継ぎ面の一層目と二層目のコンクリートの付着程度が異なっているためと考えられる。また、いずれの打継ぎ時間間隔でも、漏水量は、約 0.01（g/s cm）までは水圧に比例して直線的に増加しているが、これを超えると急激に多くなる傾向を示している。

一方、漏水が始めて生じたときの水圧（漏水開始水圧と呼ぶ）は、打継ぎ時間間隔が長くなるに従い低くなっている。これは、図５に示すように漏水開始までは、水が打継ぎ内部で拡散しており、所定の水圧に達すると、拡散している水が表面に達し、漏水が開始する。このとき漏水量は定常状態であると考えられる。

⑷漏水量と水圧の関係

図 4 において、漏水量と水圧の関係がほぼ直線を示している約 0.01（g/s cm）以下の漏水量と水圧の関係を示したものが図６である。打継ぎ時間間隔 24 時間および 168 時間は、測定点が 1 点だけであるのでので、この測定点のみを示している。打継ぎ時間間隔 6 時間、12 時間および 72 時間の直線の傾きは、打継ぎ時間間隔にかかわらずほぼ

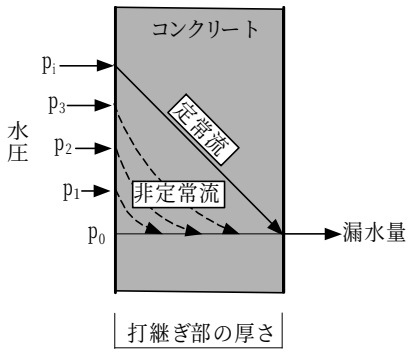


図５ 打継ぎ内部の水の流れモデル

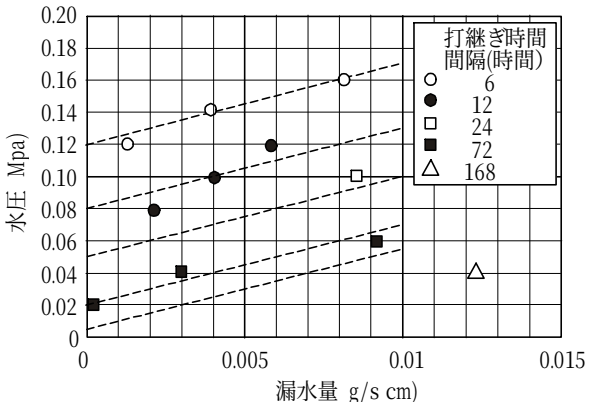


図６ 漏水量 0.01(g/s cm)以下における漏水量と水圧の関係

一定となっている。また、この直線のｙ切片は、漏水開始水圧を示している。これより、漏水量と水圧の関係は⑴式で示すことができる。これらの直線は傾き a＝5 とした場合を示したものである。

$$p = aQ + b \quad \cdots\cdots (1)$$

ここに、p:水圧(Mpa)、Q:漏水量(g/s cm)、a:直線の傾き
b:漏水開始水圧（Mpa ）

⑸打継ぎ時間間隔と漏水開始水圧との関係

⑴式のｙ切片である漏水開始水圧を打継ぎ時間間隔によって示すと図 7 となる。両者の関係は⑵式で表わすことができる。

$$b = 0.6 \times T^{-0.85} \quad \cdots\cdots (2)$$

ここで、b:漏水開始水圧（Mpa）
T:打ち継ぎ時間間隔(時間)

この結果を⑴式に代入すると⑶式となる。

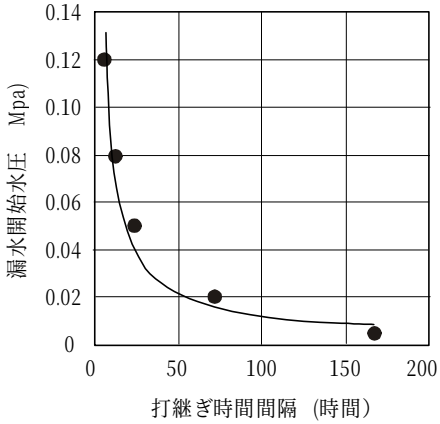


図７ 打継ぎ時間間隔と漏水開始圧力の関係

$$p=(5\times Q)+(0.6\times T^{-0.85})\cdots\cdots(3)$$

この式は本研究範囲である漏水量 0.01(g/s cm)以下、打継ぎ時間間隔 168 時間以下で適用する。

(6)透過係数

一般に、透過係数は(4)式[3]で示され、透過量と水圧の関係は直線関係である。

$$K=q\rho d/pl \quad \cdots\cdots(4)$$

ここに、K：単位長さ単位長さ当たりの透過係数(cm^2/s)
q：単位時間当たりの漏水量(ml/s)
ρ：水の密度(g/cm^3)
d：打継ぎ部の厚さ(cm)
p：水圧（Mpa）
l：打継ぎ部長さ(cm)

本研究において、漏水量は、単位時間・単位打継ぎ部長さで除しているので、(3)式中の“qρ/l”は本研究の漏水量Q（g/s cm）と等しい。これより(4)式は(5)式のようになる。

$$K=Qd/p\cdots\cdots(5)$$

ここに、Q：単位時間・単位打ち継ぎ長さあたりの漏水量(g/s cm)、d：打継ぎ部の厚さ(cm)、p：水圧（Mpa）

ここで (3)式の第１項と(5)式の関係から、透過係数を求めると、$K=Qd/p=1.86\ (cm^2/s)$となる。さらに、(3)式は(6)式で示すことができる。

$$p=Q\cdot d/K+(0.6\times T^{-0.85})\cdots(6)$$

ここに、p：水圧（Mpa）、Q：単位時間・単位打ち継ぎ長さ当たりの漏水量(g/s cm)、d：打継ぎ部の厚さ(cm)、K:透過係数(cm^2/s)、T：打継ぎ時間間隔(時間)

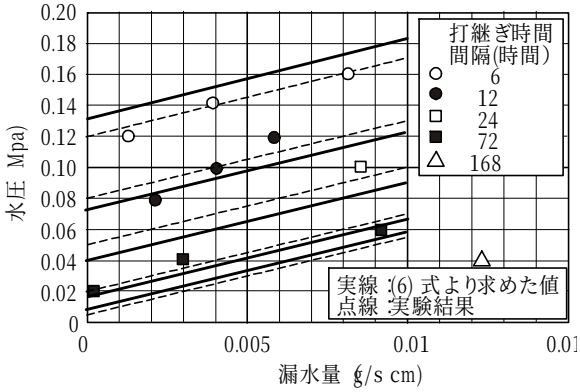


図８ 計算結果と実験結果の対応

(6)式と実験結果との関係を図８に示す。推定計算結果は打継ぎ時間間隔 6 時間では約 0.01（Mpa）ほど大きくなっているが、他はほぼ実験値と対応している。

4. むすび

打継ぎ部の水の透過性について、打継ぎ内部の水の拡散は打継ぎ時間間隔と関係し、水圧増加割合に対する漏水量増加割合との関係は打継ぎ時間間隔に影響しないことが確認できた。

参考文献

1)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、2007 年 12 月、掲載決定

2)田中亨二、呉祥根、小池迪夫、ケイ酸質微粉末混合セメント系と塗布防水材料が下地モルタルのひび割れおよび打継ぎ部分に及ぼす密実化効果　湿潤環境下における防水工法の研究　その３、日本建築学会構造系論文集、第 435 号、pp.11-18、1992 年 5 月

3)田中亨二、申英珠、打込み中に生じたモルタルの打足し接合部の透過性と細孔構造、日本建築学会構造系論文集、第 529 号、pp.7-12、2000 年 3 月

4）申英珠、田中亨二、宮内博之、施工時の温度・湿度環境がモルタルの打足し接合部の水密性に及ぼす影響、日本建築学会構造系論文集、第 567 号、pp.13-18、2003 年 5 月

5)藤井和俊、毛見虎雄、山本祐基子、高強度高流動コンクリートの打込み継続中における打継ぎ時間間隔の限度に関する実験的研究、日本建築学会構造系論文集、第 513 号、pp.23-30、1998 年 11 月

6)高幣善文、逆打工法における柱の打継ぎ処理法に関する研究、日本建築学会構造系論文集、第 387 号、pp.15-21、昭和 63 年 5 月

7)高幣善文、逆打工法における注入法打継ぎ処理に関する研究、日本建築学会構造系論文集、第 391 号、pp.19-26、昭和 63 年 9 月