

V-354

コンクリートの収縮拘束に関する基礎的研究

北海道開発局 開発土木研究所 正会員 山田 祐幸
北海道開発局 開発土木研究所 正会員 堺 孝司

1. まえがき コンクリートは材齢とともに収縮する性質のあることがよく知られている。もっとも一般的なもの乾燥収縮であるが、最近では乾燥によらない収縮、すなわち自己収縮が重要となる場合のあることが指摘されている。これらの収縮の発生メカニズムについては未だ十分な説明がなされていないと言えるが、何れにしてもコンクリートの収縮は、それらの拘束によってコンクリートひび割れを発生させることから、コンクリート技術者の最大関心事の一つである。しかしながら、コンクリートの収縮拘束に関する情報はきわめて少ないのが現状である。このような背景に基づいて、本研究では、コンクリートの収縮拘束挙動に及ぼすコンクリートの配合およびセメントの種類などの影響について検討した。

2. 実験概要 表-1にコンクリートの配合および強度を示す。用いた骨材の最大寸法は25mmである。W/Cは、25%、26%、37%および50%とした。供試体作成は、まず、10×10×40cmの型枠を用いてコンクリートを打設し、20℃で5日

表-1 コンクリートの配合

配合名	セメントの種類	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	単位量 (kg/m ³)							圧縮強度 材齢28日 (kgf/cm ²)	曲げ強度 材齢28日 (kgf/cm ²)
					W	C	S	G	AE剤 (mg)	高AE減水剤 (kg)	収縮低減剤		
N	N	8.0 ± 2.5	5.0 ± 1.0	50	145	290	819	1089	725			375	52
NT											7.5	381	51
NF		21 ~ 26	2.0	37	122	330	831	1105		5.68		647	72
NS				25	160	640	708	944		10.88		1037	101
NST*				26			708	943			7.4	806	90
BB	BB ¹⁾	8.0	5.0 ± 1.0	50	145	290	822	1092	725			352	49
FB	FB ²⁾	2.5			138	276	830	1105	690			355	51

1) 普通ポルトランドセメント 2) 高炉セメント 3) フライアッシュセメント
*収縮低減剤は、外割で配合した。

間湿潤養生を行った後、所定の材齢で新コンクリートを図-1に示すように旧コンクリートの上に打ち継いだ。打ち継ぎは同配合で行ったが、収縮低減剤を用いた場合には、用いないものに打ち継ぎを行った。打ち継ぎ面は、旧コンクリート表面を細骨材が若干出る程度(約2mm)に粗した。打ち継ぎは、旧コンクリートの材齢が4日、14日、28日および91日で行った。このようにして作成したコンクリート供試体のひずみを新コンクリート側の打ち継ぎ面から1.5cmの位置で両側面においてコンタクトゲージにより測定した。測定は20℃、60%RH環境下でおこなった。なお、外部拘束のない場合の収縮ひずみ測定用の供試体(10×10×40cm)も作成した。

3. 実験結果および考察 図-2に、外部拘束のない場合のコンクリートの収縮ひずみに及ぼすセメントの種類の影響について示す。高炉セメントを用いた場合がもっとも大きなひずみとなり、フライアッシュセメントおよび普通ポルトランドセメントは最終的にはほぼ同程度となっている。図-3に、外部拘束のない場合のコンクリートの収縮ひずみに及ぼすW/Cの影響を示す。材齢初期においては低水セメント比のものが大きなひずみを示すが、長期的にはW/Cの大きなものが大きなひずみを発生させることがわかる。W/Cが25%の場合のひずみは、50%の場合のひずみの半分程度となっているが、これは低水セメント比のものは内部拘束があるためと考えられる。図-4に、外部拘束のない場合のコンクリートの収縮ひずみに

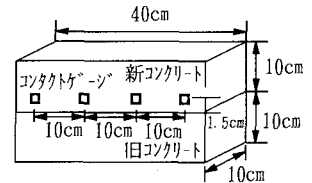


図-1 供試体

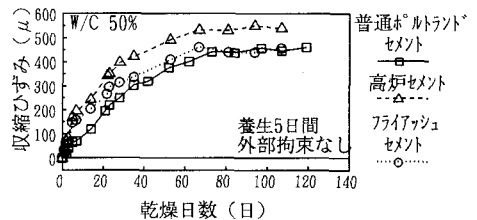


図-2 収縮ひずみに及ぼすセメントの種類の影響

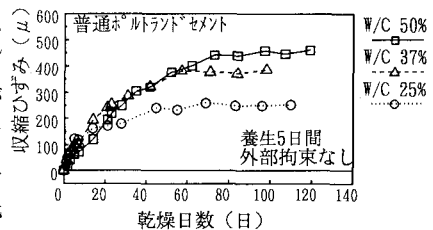


図-3 収縮ひずみに及ぼす水セメント比の影響

及ばず収縮低減剤の影響を示す。W/Cが50%の場合、収縮低減剤の利用はひずみ量を半分程度に減らすことができるが、W/Cが25%の場合における効果は小さくなる結果を示している。また、W/Cが50%の場合のひずみは材齢が100日を越えても増加し続けているが、W/Cが25%の場合には材齢が70日程度でほぼ一定となっている。図-4は、コンクリートの収縮ひずみに及ぼす打ち継ぎ材齢の影響を示したものであり、比較のために外部拘束のない場合も合わせて示す。データに多少のばらつきはあるが、打ち継ぎ材齢が長い程収縮ひずみが小さくなり、すなわち外部拘束のない場合との差が大きくなり、計測途中であるが打ち継ぎ材齢が91日では外部拘束のない場合のひずみの約1/3程度となっている。これは、打ち継ぎ材齢が長くなればなる程、拘束度が増し新コンクリートには大きな引張応力が生じていることを意味する。なお、図に示したひずみは3本の供試体の平均値である。

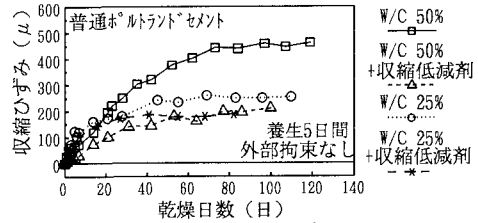


図-4 収縮ひずみに及ぼす収縮低減剤の影響

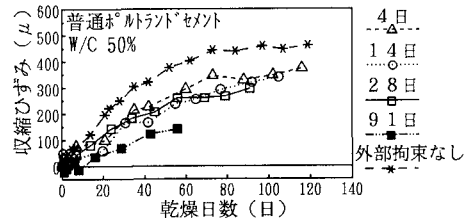


図-5 収縮ひずみに及ぼす打ち継ぎ材齢の影響

図-6は、普通ポルトランドセメントを用いW/Cが50%で打ち継ぎ材齢が28日の場合の両側面における収縮ひずみの計測結果を示す。データは平均せず結果を各々示してある。

両側面においてひずみの

特性が比較的大きく異なるのは、打ち継ぎ面の拘束度が両側において異なっていたためと考えられる。なお、現在までの所、コンクリート表面にひびわれは発生していない。

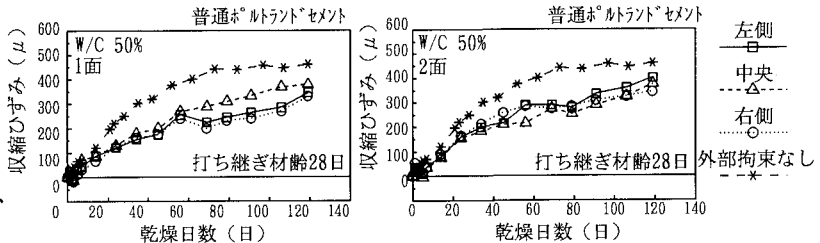


図-6 普通ポルトランドセメントを用いた場合の供試体両側面における収縮ひずみ挙動

図-7は、フライアッシュ

セメントを用いた場合の結果である。外部拘束のない場合と比較して200μ程度のひずみ差が生じているが、収縮ひずみは増加しており、ひび割れは観察されていない。図-8は、高炉スラグセメントを用いた場合の結果であるが、平均的には外部拘束のない場合と比較して約200μ程度のひずみ差が生じている。しかし、打ち継ぎ後79日で一測定区間においてひずみの低下が確認され、ひび割れが観察された。外部拘束のない場合とのひずみ差は約230μであった。

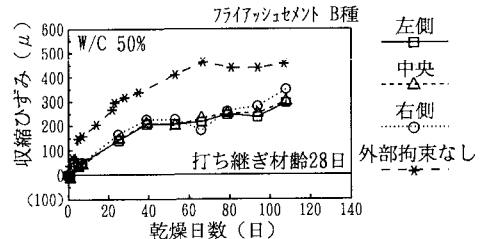


図-7 フライアッシュセメントを用いた場合の収縮ひずみ挙動

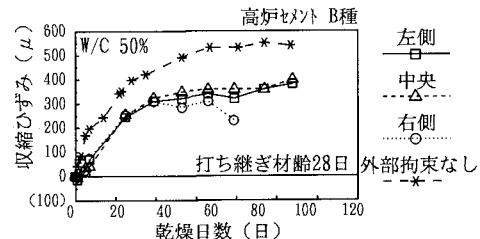


図-8 高炉セメントを用いた場合の収縮ひずみ挙動

以上、本稿ではコンクリートの収縮拘束に関して行っている実験の一部について述べたが、外部拘束による引張を受けてコンクリートにひび割れが発生するかどうかは、コンクリートの伸び能力に大きく影響すると思われる。コンクリートによってのび能力は異なっていると考えられる。今後、実験を継続することによって、伸び能力に及ぼす各種因子の影響について詳細に検討する予定である。