

実構造物における各種膨張コンクリートの膨張効果の検証

大旺新洋 正会員 ○橋村茂雄 大旺新洋 正会員 下村昭司
高知高専 正会員 横井克則 高知高専 正会員 近藤拓也

1. はじめに

膨張コンクリートは、ひび割れ抑制対策として利用されるが、実構造物においては期待する効果が得られないことがある。この原因として、膨張ひずみの発生量が少ないことや持続性が短いことなどが考えられるが、その報告事例は少ない。一方、膨張コンクリートは、表-1に示すとおり膨張ひずみの発生量によって、収縮補償用コンクリートとケミカルプレストレス用コンクリートに分類されるが、持続性の区分はない。また、流通する膨張材も、JIS A 6202 の適合品や水和熱抑制型と称される製品はあるが、持続性の区分はない。

既往の研究¹⁾では、大型供試体により膨張ひずみの持続性が確認されたが、実構造物では確認されていないことから、本研究では、新たに構築する堤防の笠コンクリートにおいて、膨張材の種類や添加量を変えた膨張コンクリートを打込み、ひずみを計測して、その発生量や持続性について検証した。

表-1 膨張コンクリートの種類と規格

種類	膨張ひずみ(μ)							
	0	100	200	300	400	500	600	700
収縮補償用			■					
ケミカルプレストレス用				■	■	■	■	■

2. 実験概要

2.1 各種コンクリートの配合

実構造物で使用した各種コンクリートの配合表を表-2に示す。

表-2 各種コンクリートの配合表

配合名	水結合材比 W/(B+C) %	細骨材率 s/a %	単位量(kg/m ³)								
			水 W	セメント C	混和材			細骨材 S	粗骨材 G	混和剤	
標準	N	54.9	44.4	153	251	27.9	—	—	824	1061	2.23
膨張	A20	54.0	45.0	160	276	—	20	—	824	1036	2.07
	B20	54.0	44.9	160	276	—	—	20	822	1036	2.07
	B15	54.0	45.0	160	281	—	—	15	824	1036	2.07

〈使用材料〉 C:高炉セメントB種、セメントの密度-3.04g/cm³
B1:フライアッシュII種、フライアッシュの密度-2.30g/cm³
B2:膨張材(石灰CSA複合系)JIS A 6202適合品、膨張材の密度-3.10g/cm³
B3:膨張材(石灰CSA複合系)水和熱抑制型、膨張材の密度-2.90g/cm³

実構造物打込みは、配合名の順序に11月下旬から12月中旬までの晴れた日に行い、コンクリートの打込み温度は順に 14.5℃, 16.2℃, 16.9℃, 15.0℃であった。

2.2 ひずみの測定

供試体による膨張ひずみの測定は、日本コンクリート工学会規準の「円筒型枠を用いた膨張コンクリートの拘束膨張試験方法(JCI-S-009-2012)」により実施した。また、実構造物でのひずみの測定箇所は、表-3の拘束条件に配慮して、図-1に示す5箇所を選定して、ひずみゲージを鉄筋に貼り付けて計測した。

なお、コンクリート断面の鉄筋比は0.13%程度であった。

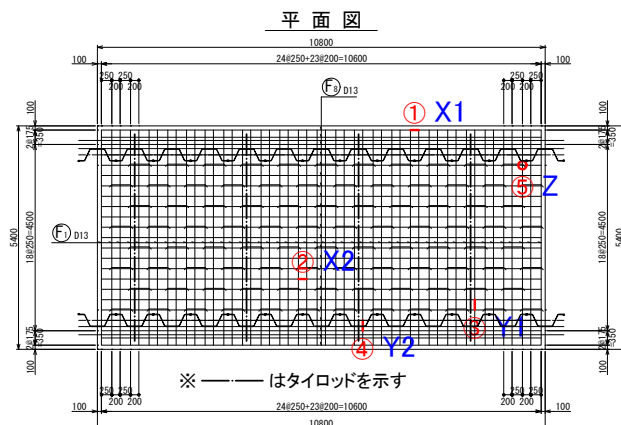
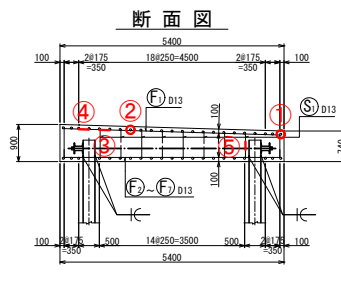


図-1 実構造物のひずみ測定箇所



※笠コンクリートは平均厚が80cmのマスキングコンクリートである

表-3 拘束条件

	設置位置	拘束条件
X1	タイロッド間	両側打込み済
X2	タイロッド間	両側打込み済
Y1	タイロッド上	片側型枠
Y2	タイロッド上	片側型枠
Z	幅止め	上部解放

NはX1,X2両側型枠

2.3 圧縮強度の測定

供試体による圧縮強度試験は、日本工業規格の「コンクリートの圧縮強度試験方法(JIS A 1108:2018)」

により実施した。また、実構造物での圧縮強度試験は、土木学会規準の「硬化コンクリートのテストハンマー強度の試験方法 (JSCE-G 504-2013)」により実施した。

3. 結果および考察

3.1 ひずみ

供試体及び実構造物におけるひずみ(X1)の履歴グラフを、図-2、図-3に示す。実構造物の波は外気温の変化によるものである。

Nの初期ひずみは、膨張ひずみを示すプラス側になるが、材齢21日付近以降、供試体ではマイナスに、実構造物ではゼロ近くで推移している。その他の膨張コンクリートは、供試体及び実構造物とも初期に膨張ひずみが上昇した後、緩やかに減少し、膨張ひずみが持続していることが確認できる。

材齢7日及び56日におけるひずみを表-4に示す。実構造物におけるひずみは、3方向で拘束条件が異なることやタイロッドの位置が構造物によって異なることからばらつきが生じている。各材料ごとに求めた実構造物の平均値と供試体の数値を材齢7日で比較すると、A20及びB15は、収縮補償用コンクリートの膨張ひずみの標準値である150~250 μ 程度の数値を示しており、B20は、ケミカルプレストレス用コンクリートの膨張ひずみの標準値である200~700 μ 程度の数値を示した。また、材齢56日では、A20及びB15では100~150 μ 程度、B20では250 μ 程度の膨張ひずみが確認された。

一方、膨張材を添加していないNでは、材齢7日で40 μ 以下の膨張ひずみ、もしくは、-30 μ 以下の収縮ひずみを示している。また、材齢56日では、ほぼすべての箇所で-20~-100 μ 程度の収縮ひずみを示しており、膨張コンクリートと比較してひび割れへの抵抗性が低い可能性が示唆された。

3.2 圧縮強度

供試体及び実構造物の圧縮強度測定結果を表-5に示す。いずれにおいても呼び強度は満足しており、構造物に影響するような強度低下は見られなかった。

4. まとめ

膨張コンクリートにおける膨張ひずみの発生量や持続性の検証結果は以下のとおりである。

- (1) 各種膨張コンクリートでは膨張ひずみの持続性が確認された。
- (2) A20及びB15は同程度の性状を示し、収縮補償用コンクリート程度の膨張ひずみが生じた。
- (3) B20では、ケミカルプレストレス用コンクリート程度の膨張ひずみが生じた。
- (4) B20はA20よりも高い膨張ひずみを生じ、マスコンクリートへの有効性が確認された。

流通する膨張材の中には、ケミカルプレストレス用膨張コンクリートの性状を示し、持続性の高い商品があり、膨張ひずみの発生量や持続性を事前に確認できれば、ひび割れ抑制対策の手法として有効と考える。

参考文献

- 1) 門田, 横井, 近藤, 下村, 橋村: 添加量及び脱型日数が異なる膨張コンクリートの基礎的検討, 土木学会四国支部技術研究発表会, jsce7-079-2021

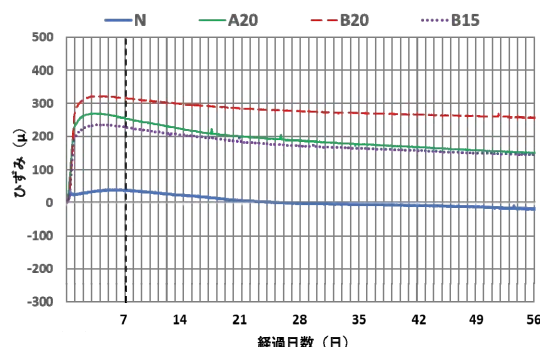


図-2 供試体のひずみ測定結果

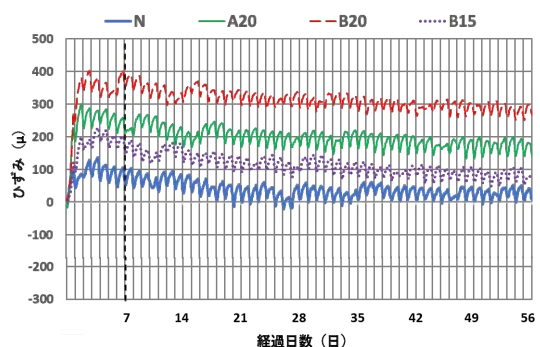


図-3 実構造物(X1)のひずみ測定結果

表-4 ひずみ測定結果一覧

材齢	配合	供試体	実構造物					平均
			X1	X2	Y1	Y2	Z	
7日	N	38	81	8	-30	-52	21	6
	A20	255	231	87	309	191	175	199
	B20	316	372	192	459	371	215	322
	B15	228	184	115	256	257	165	195
56日	N	-19	11	-17	-83	-88	-43	-44
	A20	150	157	23	245	143	129	139
	B20	257	278	140	373	305	180	255
	B15	145	72	51	195	177	135	126

表-5 圧縮強度測定結果一覧

	呼び強度 (N/mm ²)	測定値 (N/mm ²)		測定値/呼び強度	
		供試体	実構造物	供試体	実構造物
N	24.0	34.5	29.5	1.44	1.23
A20	27.0	37.1	28.9	1.37	1.07
B20	27.0	37.2	30.7	1.38	1.14
B15	27.0	36.7	28.9	1.36	1.07