

# 膨張材を用いたコンクリートの乾燥収縮ひび割れ試験

## Drying Shrinkage Cracking Tests of Concrete with Expansive Additive

江頭 寛 HIROSHI EGASHIRA

小坂 英之 HIDEYUKI KOSAKA

建築生産計画部 梅木 俊毅 TOSHITAKE UMEKI

デッキプレート合成スラブのコンクリートに膨張材を用いた場合の乾燥収縮ひび割れの抑制効果を検証する目的で、膨張材の有無を試験要因としたコンクリートのひび割れ試験を行った。本試験ではコンクリート打設後の養生条件についても試験要因とし、これらが乾燥収縮ひび割れに与える影響について検討した。

160 日間のひび割れ観測を実施した結果、膨張材を用いた試験体のひび割れ発生は少なく、膨張材の使用がコンクリートの乾燥収縮ひび割れの抑制に対して有効であることを確認した。また、コンクリート表面に湿潤養生を施すことにより初期材齢時の乾燥収縮を抑制し、ひび割れの発生を遅延できることを確認した。

**キーワード**：デッキプレート合成スラブ、乾燥収縮ひび割れ、膨張材、養生剤

Drying shrinkage cracking of concrete casted on steel deck plate as composite slabs is examined to verify the restraint effect of drying shrinkage crack. In this test, the effect of crack restriction by expansive concrete and curing conditions is discussed.

As a result of the observation for 160 days, it has been confirmed that expansive additive is effective for restricting drying shrinkage crack, and wet curing also effective for restricting crack by decreasing drying shrinkage of concrete in early age.

**Key Words**: Composite Slab of Steel Decks, Drying Shrinkage Crack, Expansive Additive, Curing Medicine

### 1. はじめに

デッキプレート合成スラブは、施工性や経済性に優れた床工法である半面、乾燥収縮ひび割れが生じやすいという使用性に関わる問題を抱えている。しかしながら材料および施工的な諸要因を制御することによって、乾燥収縮ひび割れの発生を抑制することが可能であると考えられる。

本研究では、デッキプレート合成スラブのコンクリートに膨張材を用いた（以下、膨張コンクリートと呼ぶ）場合の乾燥収縮ひび割れの抑制効果と、コンクリート打設後の養生条件の相違がひび割れ発生に与える影響について検討することを目的とし、拘束されたコンクリートの乾燥収縮ひび割れ試験<sup>1)</sup>を実施した。本報はこのひび割れ試験の概要と、160 日間にわたる長期観測の結果について報告するものである。

### 2. 試験概要

#### (1) 試験体

表-1 に試験体の一覧を示す。試験体は拘束ひび割れ試験体と自由収縮試験体の 2 種類である。拘束ひび割れ試験体はコンクリートの種類、養生剤の有無、養生方法、型枠の底板形状を試験要因とした合計 13 種類で、試験体数は同一種類につき 2 体である。自由収縮試験体は、普通コンクリートおよび膨張コンクリートの各 1 体であり、養生剤は用いていない。

表-2 にコンクリートの調査と試験値を、表-3 に養生剤の仕様を示す。使用したコンクリートは普通コンクリートと、セメントの一部を膨張材に置換した膨張コンクリートの 2 種類である。両者の基本調査は同一とし、呼び強度は 27 とした。養生剤は、初期材齢時のコンクリート表面の乾燥を緩和する機能を有するものとして市販されている M と F の 2 種類とした。試験体の養生方法はコンクリート打設後そのままの状態であらゆる状態で気中に放置する気乾養生

表-1 試験体の一覧

No.	試験体種類	試験体名称	コンクリート種類	養生剤	養生方法	底板形状		
1	拘束ひび割れ	NODO1	普通(N)	無(O)	気乾(D)	平板(O)		
		NODO2						
2		NMDO1		M				
		NMDO2						
3		NFDO1		F				
		NFDO2						
4		NOWO1	無(O)	湿布7日(W)				
		NOWO2						
5		NMWO1	M					
		NMWO2						
6		EODO1	膨張(E)	無(O)	気乾(D)			
		EODO2						
7		EMDO1		M				
		EMDO2						
8		EOWO1		無(O)			湿布7日(W)	
	EOWO2							
9	EMWO1	M						
	EMWO2							
10	NODH1	普通(N)	無(O)	気乾(D)	凹凸(H)			
	NODH2							
11	NMDH1		M					
	NMDH2							
12	EODH1		膨張(E)			無(O)		
	EODH2							
13	EMDH1	M						
	EMDH2							
14	自由収縮	-		普通		無	気乾	-
15	自由収縮	-		膨張		無		-

試験体名称の第1字はコンクリート種類(普通:N, 膨張:E)を, 第2字は養生剤の有無(M:養生剤M, F:養生剤F, O:養生剤なし)を, 第3字は養生方法(D:気乾養生, W:湿布7日養生)を, 第4字は型枠の底板形状(O:平板, H:凹凸板)を, 第5字は同一種類試験体の番号を示している。

生と,十分に湿らせた布でコンクリート表面を7日間湿潤する湿布養生の2種類である。

図-1に拘束ひび割れ試験体図を示す。試験体はコンクリートの長さ方向の収縮を2本の溝形鋼で拘束した一軸拘束型のひび割れ試験体である。試験体の全長は940mmで,コンクリートの試験部分であるひび割れ誘発部は,幅100mm,厚さ100mmの断面になっている。拘束材である溝形鋼の材端には丸鋼(5-9φ/1箇所)が溶接されており,この部分のせん断抵抗でコンクリートの収縮を拘束する構造となっている。ひび割れ誘発部の両側には,発泡スチロール材を埋設している。なお,コンクリート内部は無筋である。

本試験体は型枠底部の鋼板をデッキプレートに見立てている。型枠の底板の種類は,図-1(a)に示すデッキプレートの長さ方向の平板部分を模擬した平板タイプと,図-1(b)に示すデッキプレート幅方向の断面全体を模擬した凹凸板タイプの2種類である。表-4に試験体の拘束鋼材比(拘束鋼材の全断面積/コンクリートの最小断面

表-2 コンクリートの調査と試験値

	コンクリートの種類		普通コンクリート	膨張コンクリート
	呼び強度	水セメント比(%)	27	52.3
調査	単位量(kg/m <sup>3</sup> )	細骨材率(%)	45.3	45.3
		水	185	185
		セメント	355	335
		膨張材	-	20
		細骨材	772	772
		粗骨材	961	961
		AE減水剤	3.35	3.55
試験値	空気量(%)	3.0	4.5	
	スランプ(cm)	20.0	18.0	

表-3 養生剤の仕様

養生剤	種類	外観	PH	散布量
M	シリカ系無機質混和剤	乳白色液体	8.5~9.5	160g/m <sup>2</sup>
F	アニオン性界面活性剤	乳白色液体	8.0~10.9	120g/m <sup>2</sup>

表-4 拘束ひび割れ試験体の拘束鋼材比

型枠種類(底板形状)	溝形鋼断面積 As (cm <sup>2</sup> )	コンクリート断面積 Ac (cm <sup>2</sup> )	拘束鋼材比 As/Ac
平板タイプ	7.932	100	0.079
凹凸板タイプ	7.932	57*	0.139

\*最小断面面積

表-5 材料試験結果

材齢(日)	普通コンクリート			膨張コンクリート		
	圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	割裂強度(N/mm <sup>2</sup> )	弾性率(N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	割裂強度(N/mm <sup>2</sup> )	弾性率(N/mm <sup>2</sup> )
7	17.9	2.02	2.20×10 <sup>4</sup>	19.1	2.00	2.22×10 <sup>4</sup>
14	25.5	2.56	2.47×10 <sup>4</sup>	25.7	2.32	2.45×10 <sup>4</sup>
28	29.7	2.66	2.67×10 <sup>4</sup>	30.1	2.50	2.92×10 <sup>4</sup>
157	40.8	2.81	2.66×10 <sup>4</sup>	39.9	2.99	2.69×10 <sup>4</sup>

積)を示す。平板タイプと凹凸板タイプの拘束鋼材比は,それぞれ0.079,0.139である。凹凸板タイプの試験体はコンクリートの有効厚さが46mmと小さいために拘束鋼材比が大きく,平板タイプよりひび割れを誘発しやすい試験体になっている。

図-2に自由収縮試験体図を示す。自由収縮試験体の形状は幅100mm,厚さ100mm,長さ400mmである。

表-5にシリンダー供試体によるコンクリートの材料試験結果を示す。供試体の養生方法は現場封緘養生とし,養生剤は用いていない。各材齢における普通および膨張コンクリートの強度は同程度で,材齢28日における両者の圧縮強度は約30N/mm<sup>2</sup>,割裂強度は2.5~2.7N/mm<sup>2</sup>となっている。

(2) 試験方法

試験は建設現場の施工環境を想定し屋外で行った。ただし,試験体が直射日光と風雨に曝されることを避けるために,試験体の周囲に仮設屋根と仮囲いを設けた。

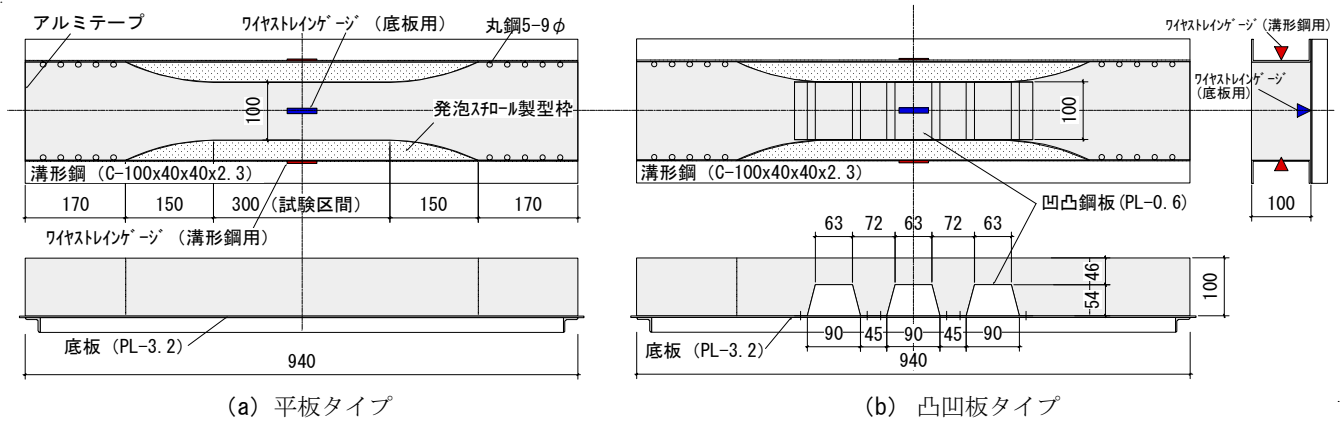


図-1 拘束ひび割れ試験体図

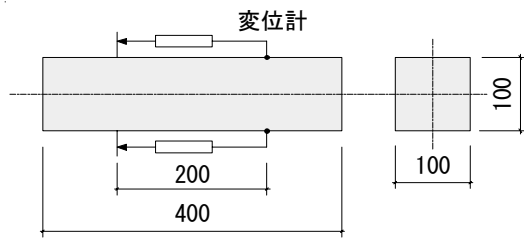


図-2 自由収縮試験体図



写真-1 水分計による含水率測定

コンクリートの打設は冬季（12月）に行った。当日の気温は6～8℃であった。コンクリートの打設は試験体型枠を水平に設置して行った。打設が終了してから約5時間にわたり粗均しを行い、ブリージング水が少なくなったところで該当する試験体に養生剤を散布した。養生剤は表-3に示す量を噴霧器で散布し、金ゴテによる仕上げを施した。湿布7日養生の試験体はビニールシートで覆い、湿布に水分補給することで7日間の湿潤状態を保った。気乾養生の試験体は打設後そのままの状態に放置した。材齢3日で全試験体の溝形鋼と底板の接合ボルトを緩め、両者を絶縁した。ひび割れ誘発部の発泡スチロール材は取外さず、打設面のみ開放された状態で放置した。自由収縮試験体は材齢3日で脱型し、気中に放置した。

図-3に観測期間中の雰囲気温度の推移を示す。観測期間中の平均気温は9.0℃、最大・最低気温はそれぞれ27.6℃、-1.8℃である。

### (3) 計測項目と計測方法

図-1に拘束ひび割れ試験体の計測点の配置を示す。計測項目は、溝形鋼と底板の軸方向ひずみ、雰囲気温度、コンクリート表面の含水率およびひび割れ幅である。溝形鋼および底板のひずみは、ワイヤストレインゲージで測定した。溝形鋼と底板に生じる温度ひずみを補正するために、コンクリートを打設しないダミー型枠を準備し、型枠の温度ひずみを計測した。図-2に自由収縮試験

体の計測点の配置を示す。自由収縮試験体はテフロン板上に横向きに設置し、両側面に設置した変位計で区間200mmの収縮を測定した。

計測方法はデータロガーによる自動計測とし、拘束ひび割れ試験体はコンクリート打設直後から、自由収縮試験体は材齢4日から計測を開始した。コンクリート表面の含水率の測定は、写真-1に示すコンクリート・モルタル水分計（株式会社ケツト科学研究所社製：型番HI-500）で行った。水分計の含水率の測定範囲は0～12%であり、十分に湿潤したコンクリート表面の含水率は12%に近い値を示す。ひび割れ幅の測定はクラックスケールで行った。

## 3. 試験結果

### (1) コンクリート表面の含水率

図-4、図-5に自由収縮試験体および拘束ひび割れ試験体のコンクリート表面の含水率の推移をそれぞれ示す。ここに図-5(a)、(b)は気乾養生試験体を対象に、それぞれ養生剤の有無、コンクリートの種類で比較したものであり、図-5(c)は全試験体を対象に湿潤の有無で比較したものである。各試験体の含水率は初期材齢時に急激に低下し、材齢30日程度で2～4%に収束する傾向を示している。図-5(a)より養生剤の有無と含水率の推移には関連性があまり見られない。図-5(b)より膨張コンクリートの含水率は、普通コンクリートよりやや小さくな

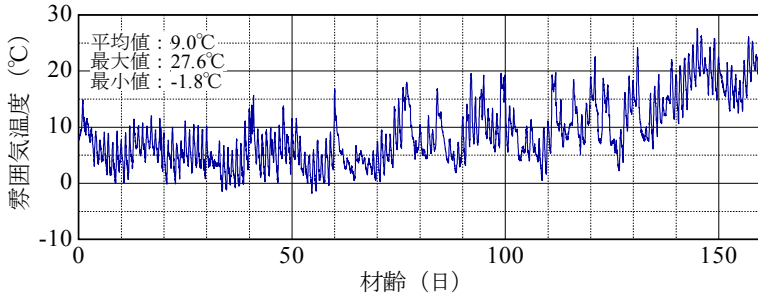


図-3 雰囲気温度の推移

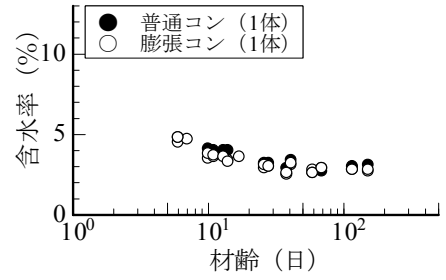
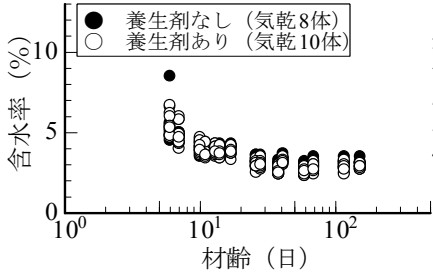
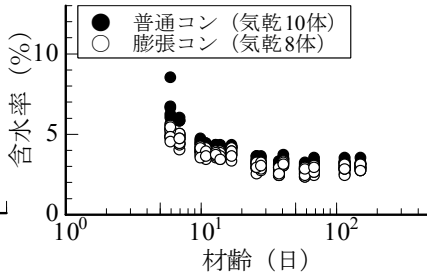


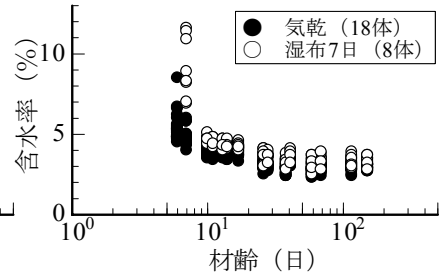
図-4 自由伸縮試験体の含水率の推移



(a) 養生剤別比較



(b) コンクリート種類別比較



(c) 養生方法別比較

図-5 拘束ひび割れ試験体の含水率の推移

表-6 試験結果の一覧

コンクリート種類	養生剤	養生方法	底板形状	試験体	ひび割れ状況	ひび割れ発生日数 日	収縮ひずみ $\epsilon_{total}$ $\times 10^{-6}$	自由収縮ひずみ $\epsilon_f$ $\times 10^{-6}$	拘束ひずみ $\epsilon_r$ ( $\epsilon_{total} - \epsilon_f$ ) $\times 10^{-6}$	収縮応力度 $\sigma_{t1}$ N/mm <sup>2</sup>	割裂強度 $\sigma_t$ (試験材齢) N/mm <sup>2</sup>	収縮応力強度比 $\sigma_{t1} / \sigma_t$
普通	無	M	気乾	NODO1	発生	153	-125	-450	-325	2.04	2.81 (157日)	0.73
				NODO2	発生	135	-128	-340	-212	2.09	2.81 (157日)	0.74
				NMD01	発生	111	-116	-325	-209	1.89	2.81 (157日)	0.67
				NMD02	発生	136	-124	-380	-256	2.02	2.81 (157日)	0.72
				NFD01	発生	143	-120	-405	-285	1.95	2.81 (157日)	0.69
				NFD02	発生	37	-81	-215	-134	1.33	2.66 (28日)	0.50
	無	M	湿布7日	NOW01	発生	135	-121	-365	-244	1.97	2.81 (157日)	0.70
				NOW02	発生	150	-137	-455	-318	2.24	2.81 (157日)	0.80
				NMW01	未	-	-142	-500	-358	2.31	2.81 (157日)	0.82
				NMW02	発生	149	-137	-460	-323	2.23	2.81 (157日)	0.79
膨張	無	M	気乾	EOD01	未	-	-102	-215	-113	1.66	2.99 (157日)	0.55
				EOD02	未	-	-83	-215	-132	1.36	2.99 (157日)	0.45
				EMD01	未	-	-90	-215	-125	1.47	2.99 (157日)	0.49
				EMD02	未	-	-73	-215	-142	1.20	2.99 (157日)	0.40
	無	M	湿布7日	EOW01	未	-	-102	-215	-113	1.66	2.99 (157日)	0.55
				EOW02	未	-	-107	-215	-108	1.75	2.99 (157日)	0.59
				EMW01	未	-	-110	-215	-105	1.80	2.99 (157日)	0.60
				EMW02	未	-	-95	-215	-120	1.55	2.99 (157日)	0.52
普通	無	M	気乾	NODH1	発生	38	-75	-195	-120	2.67	2.66 (28日)	1.00
				NODH2	発生	27	-69	-160	-91	2.45	2.66 (28日)	0.92
				NMDH1	発生	21	-55	-70	-15	1.95	2.66 (28日)	0.73
				NMDH2	発生	25	-56	-110	-54	1.99	2.66 (28日)	0.75
膨張	無	M	気乾	EODH1	未	-	-41	-215	-174	1.47	2.99 (157日)	0.49
				EODH2	発生	111	-61	-140	-79	2.15	2.99 (157日)	0.72
				EMDH1	発生	111	-62	-140	-78	2.19	2.99 (157日)	0.73
				EMDH2	発生	111	-68	-110	-42	2.40	2.99 (157日)	0.80

注1) 収縮ひずみ  $\epsilon_{total}$  は溝形鋼のひずみ値を、自由収縮ひずみ  $\epsilon_f$  は自由収縮試験体のひずみ値を示す

注2) ひび割れ未発生試験体の各値は材齢160日における値を示す



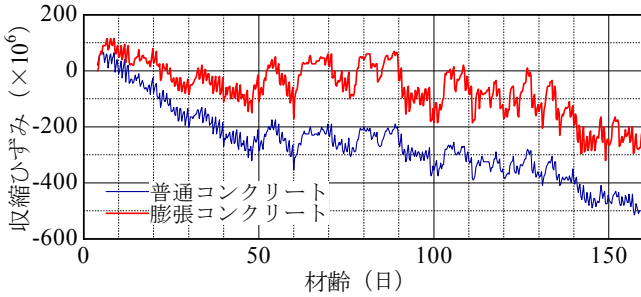


図-6 自由収縮試験体の収縮ひずみの推移

っている。また、図-5(c)より初期材齢時の含水率は湿布養生のほうが大きい、材齢が進むと気乾養生と同程度の含水率になっている。

(2) 自由収縮試験体の収縮ひずみ

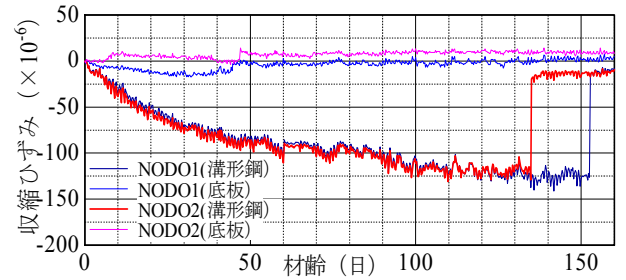
図-6 に自由収縮試験体の収縮ひずみの推移を示す。普通コンクリートと膨張コンクリートは、ともに材齢7日頃まで膨張し、その後収縮に転じている。初期材齢時における普通コンクリートと膨張コンクリートの最大膨張ひずみは、それぞれ約  $70 \times 10^{-6}$ 、約  $120 \times 10^{-6}$  であり、膨張コンクリートは普通コンクリートの約 1.7 倍膨張している。材齢 160 日後の普通コンクリートと膨張コンクリートの収縮ひずみは、それぞれ約  $500 \times 10^{-6}$ 、約  $250 \times 10^{-6}$  であり、膨張コンクリートの収縮ひずみは普通コンクリートの半分程度となっている。

(3) 拘束ひび割れ試験体の収縮ひずみ

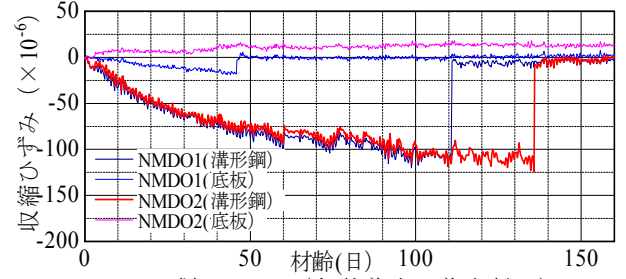
表-6 に拘束ひび割れ試験結果の一覧をまとめて示す。160 日間の観測の結果、ひび割れが発生した試験体は 26 体中 16 体 (表-6 中の灰色部) である。コンクリート種類別のひび割れ発生数は、普通コンクリートが 14 体中 13 体、膨張コンクリートが 12 体中 3 体である。ひび割れ発生は普通コンクリートの試験体に集中しており、膨張コンクリートは乾燥収縮ひび割れ発生抑制に対して有効であると言える。

図-7~図-10 に拘束ひび割れ試験体の収縮ひずみの推移を示す。同図のひずみ値は拘束材である溝形鋼と底板のひずみを表している。これらの値は、ダミー型枠による鋼板の温度ひずみ値を差し引いた値である。底板のひずみ値は、すべて零付近を推移していることから、溝形鋼のひずみ値はコンクリートの収縮ひずみ値と等価であると判断される。収縮ひずみは時間の経過とともに増加し、ひび割れ発生時に急激に減少している。

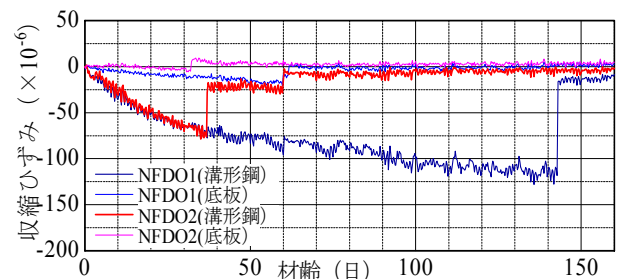
図-7 に示す平板タイプの底板を用いた普通コンクリート試験体の収縮ひずみの推移を見ると、図-7(e)に示す



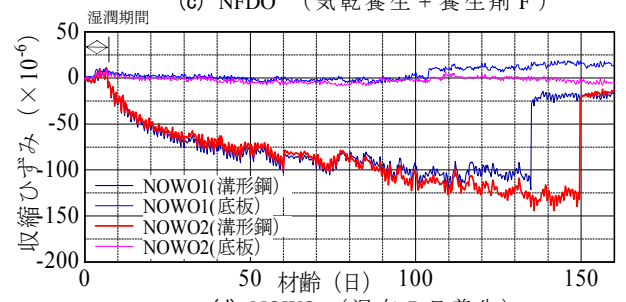
(a) NODO (気乾養生)



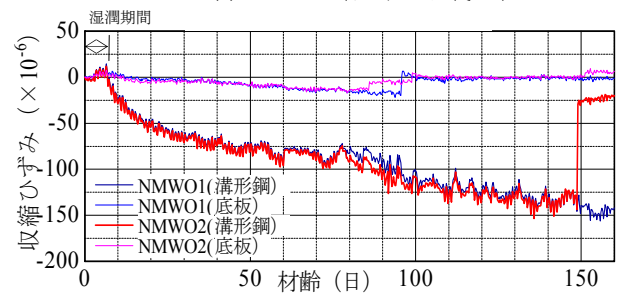
(b) NMDO (気乾養生 + 養生剤 M)



(c) NFDO (気乾養生 + 養生剤 F)



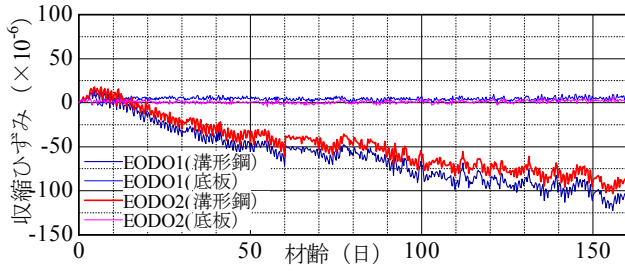
(d) NOWO (湿布 7 日養生)



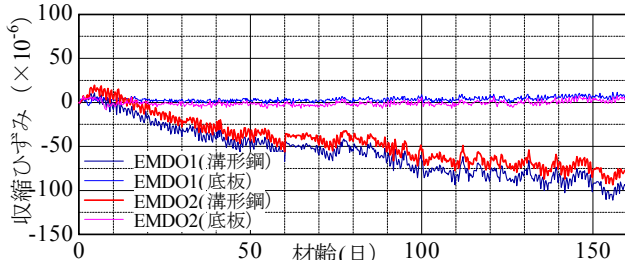
(e) NMWO (湿布 7 日養生 + 養生剤 M)

図-7 拘束収縮試験体の収縮ひずみの推移 (普通コンクリート + 平板タイプ)

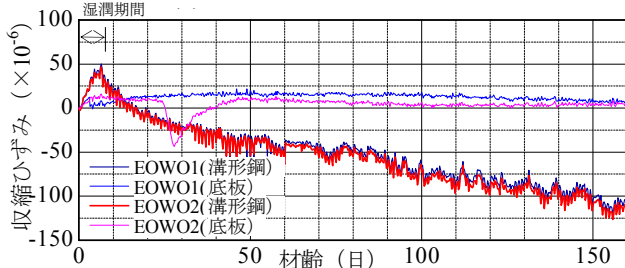
NMWO1 を除くすべての試験体にひび割れが発生している。図-7(a)~(c)に示す気乾養生の試験体は、打設直後から時間の経過とともに収縮ひずみが増大しているが、図-7(d), (e)に示す湿布 7 日養生の試験体は、湿潤期間中は収縮ひずみが生じていない。打設後のコンク



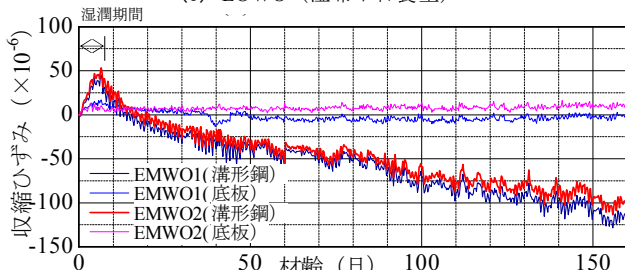
(a) EODO (気乾養生)



(b) EMDO (気乾養生+養生剤 M)



(c) EOWO (湿布7日養生)

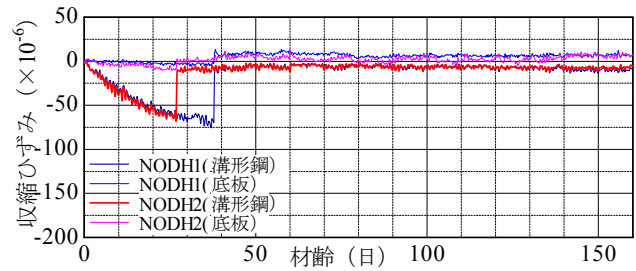


(d) EMWO (湿布7日養生+養生剤 M)

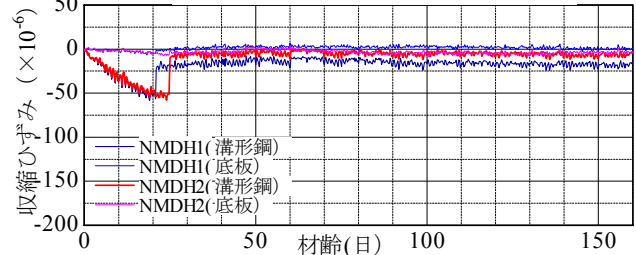
図-8 拘束収縮試験体の収縮ひずみの推移 (膨張コンクリート+平板タイプ)

リート表面を湿潤状態に保つことは、初期材齢時の乾燥収縮の抑制に対して有効であることを確認した。

図-8 に示す平板タイプの底板を用いた膨張コンクリート試験体の収縮ひずみの推移を見ると、いずれの試験体もひび割れは発生していない。膨張コンクリートは初期材齢時に膨張する性質を有している。初期材齢時の最大膨張ひずみは、図-8(a), (b)に示す気乾養生の試験体で  $20 \times 10^{-6}$  程度、図-8(c), (d)に示す湿布7日養生で  $50 \times 10^{-6}$  程度であり、膨張コンクリートの膨張効果は、湿潤養生を行うことで2.5倍程度に高められている。これらの試験体の材齢160日における収縮ひずみはほぼ等しく、 $100 \times 10^{-6}$  程度の値を示している。このことから

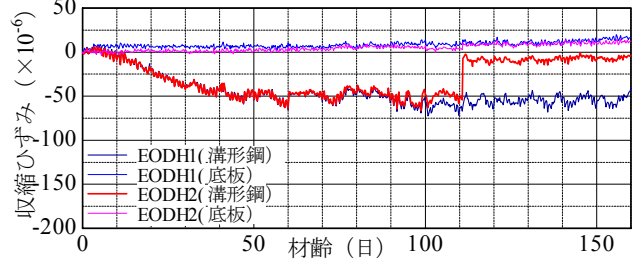


(a) NODH (気乾養生)

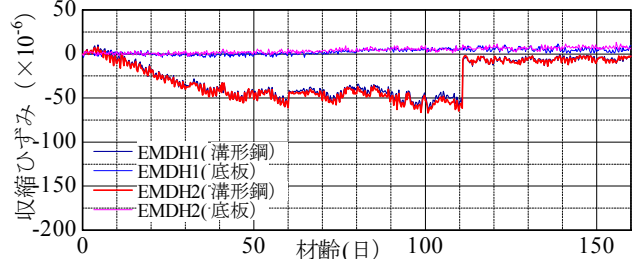


(b) NMDH (気乾養生+養生剤 M)

図-9 拘束収縮試験体の収縮ひずみの推移 (普通コンクリート+底板凹凸タイプ)



(a) EODH (気乾養生)



(b) EMDH (気乾養生+養生剤 M)

図-10 拘束収縮試験体の収縮ひずみの推移 (膨張コンクリート+凹凸タイプ)

養生条件の相違や養生剤の有無が、膨張コンクリートの長期的な収縮ひずみ量に与える影響は小さいとも考えられるが、今後の観察が必要である。

図-9, 図-10 は凹凸タイプの底板を用いた普通コンクリートと膨張コンクリートの収縮ひずみの推移を示したものである。養生方法はすべて気乾養生である。図-10(a)に示す EODH1 を除くすべての試験体にひび割れが発生しており、普通コンクリートは膨張コンクリートと比べて早期にひび割れが発生している。図-10 に示す膨張コンクリートの初期材齢時の膨張ひずみは  $10 \times 10^{-6}$  程度と小さいが、収縮ひずみの進行状況は図-9 に示す普通コンクリートより緩やかになっている。

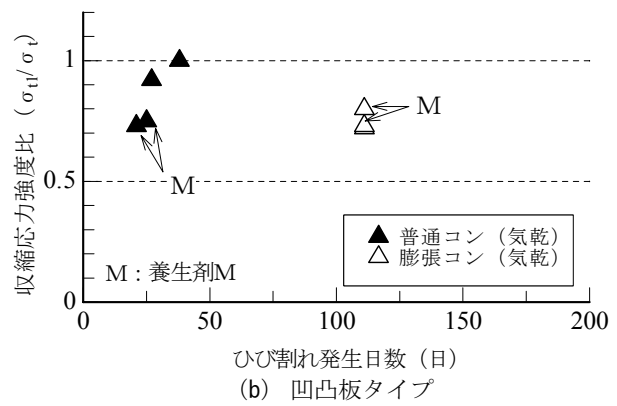
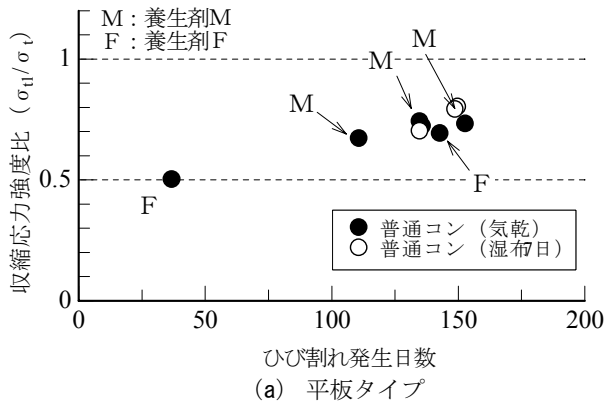


図-11 ひび割れ発生時の収縮応力強度比とひび割れ発生日数の関係

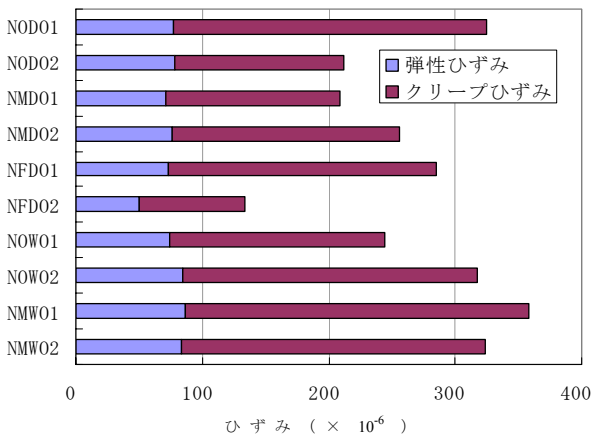


図-12 ひび割れ発生時の拘束ひずみ (普通コンクリート)

図-7、図-8の平板タイプと図-9、図-10の凹凸板タイプの収縮ひずみの推移を比較すると、凹凸タイプのほうが平板タイプよりひび割れ発生時のひずみは小さくなっており、拘束鋼材比の影響が確認できる。

(4) ひび割れ発生時の収縮応力強度比と拘束ひずみ

図-11に、表-6に示したひび割れ発生試験体の収縮応力強度比(ひび割れ発生時のコンクリートの収縮応力度 $\sigma_{II}$ /シリンダー供試体の割裂強度 $\sigma_t$ )とひび割れ発生日数の関係を示す。図-11(a)が平板タイプの底板を用いた試験体を、図-11(b)が凹凸タイプの底板を用いた試験体を示している。ここにコンクリートの収縮応力度は、溝形鋼の拘束力から求めた値であり、各試験体のひび割れ発生時の割裂強度は、ひび割れ発生50日以内を材齢28日強度で、ひび割れ発生100日以降を材齢157日強度で代表させて用いている。同図に示したひび割れ発生時の収縮応力強度比は0.5~1.0間に分布しており、これらの値は収縮ひび割れ制御指針に示されたひび割れ発生低減係数の実験値の分布<sup>2)</sup>におおむね対応している。

図-11(a)に示した気乾養生試験体(●印)のひび割れ発生日数は30~150日間にばらついて分布しているが、

湿布7日養生試験体(○印)のひび割れ発生日数は150日前後に集中しており、湿潤養生時にはひび割れ発生が安定して遅延されていることが分かる。また、湿布7日養生の収縮応力強度比は0.7~0.8程度であり、気乾養生の値より高めとなっている。図-11(b)に示した凹凸タイプの試験体のひび割れ発生日数は、普通コンクリート(▲印)が20~40日、膨張コンクリート(△印)が約110日になっている。膨張コンクリートのひび割れ発生の遅延効果は明らかで、ひび割れ発生日数は普通コンクリートの3~5倍になっている。なお、図-11には養生剤の有無も併記したが、養生剤によるひび割れ発生の遅延効果は明瞭でない。

図-12に平板タイプの底板を有する試験体のひび割れ発生時の拘束ひずみを示す。なお、平板タイプの試験体は普通コンクリートのみひび割れが発生したため、図-12の拘束ひずみは普通コンクリートのみの記載になっている。コンクリートの収縮拘束応力の算定時に必要となる拘束ひずみ $\epsilon_r$ は、弾性ひずみ $\epsilon_e$ およびクリープひずみ $\epsilon_c$ の和で表される。その関係式を式(1)に示す。

$$\epsilon_r = \epsilon_e + \epsilon_c \tag{1}$$

ここに拘束ひずみ $\epsilon_r$ (=収縮ひずみ $\epsilon_{total}$ -自由収縮ひずみ $\epsilon_f$ )は表-6に示した値を用い、弾性ひずみ $\epsilon_e$ は、同表に示す収縮応力度 $\sigma_{II}$ を材料試験による弾性率で除して求めた。このとき使用した弾性率は、ひび割れ発生時に最も近い材齢で行った材料試験による値を用いた。ひび割れ発生時の拘束ひずみは $150 \times 10^{-6} \sim 350 \times 10^{-6}$ 程度となった。このうち弾性ひずみ $\epsilon_e$ は $80 \times 10^{-6}$ 程度、クリープひずみ $\epsilon_c$ は $150 \times 10^{-6} \sim 250 \times 10^{-6}$ 程度の値となり、本試験体のひび割れ発生 $\epsilon$ のクリープ係数は2~3程度であると考えられる。

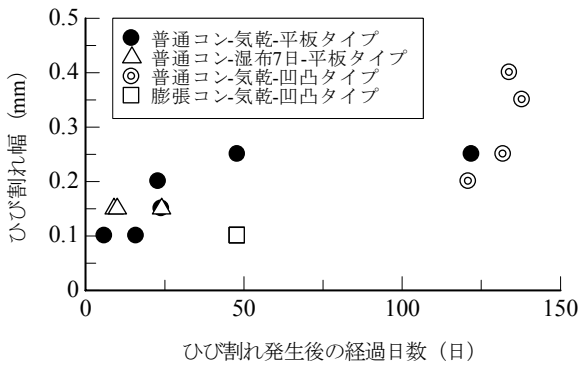


図-13 ひび割れ幅とひび割れ発生後の経過日数の関係

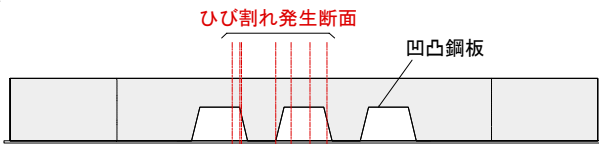


図-14 凹凸板タイプ試験体のひび割れ発生位置

(5) 拘束ひび割れ試験体のひび割れ状況

図-13 にひび割れ発生試験体のひび割れ発生後の経過日数とひび割れ幅の関係を示す。ひび割れ幅は経過日数に応じて大きくなり、25 日以内で 0.1~0.2mm, 100 日以降で 0.2~0.4mm 程度の分布となっている。

図-14 に凹凸タイプの底板を有する試験体のひび割れ発生位置を示す。コンクリートの断面せいが急変する凹凸鋼板の出隅部分にひび割れが集中している。

4. まとめ

デッキプレート合成スラブに膨張コンクリートを用いた場合の乾燥収縮ひび割れの抑制効果を検証するため、拘束されたコンクリートの乾燥収縮ひび割れ試験を実施した。160 日間の観測の結果、以下の知見が得られた。

- ① コンクリート種類別のひび割れ発生試験体数は、普通コンクリートが 14 体中 13 体、膨張コンクリートが 12 体中 3 体であった。ひび割れの発生は普通コンクリートに集中しており、膨張コンクリートのひび割れ抑制効果を確認した。
- ② コンクリート表面を湿潤養生することは、普通コンクリートの初期材齢時の乾燥収縮の抑制に対して有効である。また、膨張コンクリートに対しては、初期材齢時の膨張を高める効果がある。
- ③ デッキプレートの幅方向断面を想定した凹凸板タイプは平板タイプに比べて非常に早期にひび割れが発生した。しかし、膨張コンクリートの使用によって、ひび割れ発生日数は普通コンクリートの 3~5 倍に遅延した。
- ④ 養生剤のひび割れ抑制効果は、本試験の収縮ひずみの推移、ひび割れ発生時期からは明瞭には見られなかった。

参考文献

- 1) 日本規格協会：JIS ハンドブック⑨建築Ⅱ，2004.1，pp.330-336,
- 2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針（案）・同解説，2006.2，pp.73-74