

V-23

鋼橋床版への膨張コンクリートの適用効果に関する2, 3の考察

八戸工業大学 正員 ○ 磯島 康雄
八戸工業大学 正員 庄谷 征美
日本道路公団 正員 安斉 康雄

1. まえかき

道路公団では、東北自動車道八戸～一戸間の岩手県九戸郡に建設した4径間連続非合成鋼桁橋、丸木橋上り線床版に、膨張コンクリートを試験施工した。床版への膨張コンクリート試験施工は既に4橋の施工実績があるが、これは積雪寒冷地域で初めてのケースであり、供用後の性能の劣化が懸念されるところでもあって、膨張コンクリートが将来的に床版の耐久性改善にとの程度効果を発揮するか長期的に追跡する必要性が生じたためである。調査にあたっては、丸木橋と同型式の新井田橋の常用コンクリート床版との比較を主眼に各種長期測定を実施した。本調査は継続中であるが、これまで材令3年半までの範囲で得られた結果に基づいて、床版の非破壊検査結果を含む力学的挙動、床版のひずみ、ひび割れ性状などについて報告する。

2. コンクリート品質と試験施工の概要

床版コンクリートに用いたセメントは、東北開発社製普通ポルトランドセメント、細骨材は青森県十和田産陸砂（比重 2.55, F.M 2.66）を、粗骨材は青森県三戸郡島守産砕石（輝緑岩，最大寸法25mm，比重2.94）を使用、膨張材は小野田エクспан、AE減水剤はボソリス No.5L（常用）とNo.8（膨張）を用いた。

試し練り等によって決定された示方配合を表-1に示

表-1 示方配合

すが膨張材単位量は別途試験により、セメント内割で

35kg/m³と決定した。フレッシュコンクリートの

性能としてNo.5Lを用いた場合ブリージング率は常用

2.52%に比べ、膨張では約2%高く、ブロッカー

貫入試験による凝結の始発、終結（始発6hr-40m

in, 終結9hr-20min）とも常用に比べ約1時間遅

くなり、膨張材混和の影響が認められた。凍結融解試験における耐久性指数は無拘束及びJIS A法による拘束下（P=0.93%）も公団規定値70%を満足したが、無拘束の膨張コンクリートでは80%近くまで低下した。JIS B法の一軸拘束膨張は現場打設で220×10⁻⁶、室内打設で230×10⁻⁶程度であり室内の乾燥収縮、圧縮クリープは常用の2/3程度となった。図-1は丸木橋の概略とゲージ位置を示した。新井田橋の中間支点上常用コンクリート床版打設（B区間）は7月25日、丸木橋膨張コンクリート床版は支間中央（A区間）8月1日、中間支点部（B間）8月3日で、湿潤養生を常用で5日、膨張は7日、型枠解体はその後2日を要した。A及びB区間床版には多くの鉄筋計、コンクリートひずみ計が各方向に配置され下図G3桁にはワイヤーストレインゲージを貼付し、長期観測が実施された。又同時に作製したダミー版（230×900×900^{mm}）についても同様の計器を設置し非破壊検査等も含め観測がなされた。A、B区間では50×50cm メッシュを用い床版上面及び下面のひび割れ観測、非破壊検査等を実施した。

種類	Gravel (mm)	s.s. (g)	air (cc)	W/(C+E) (cc)	a/s (cc)	単位重量 (kg/m ³)						Air-1
						W	C	S	G	E		
常用	25	11±1	5±0.5	54.0	42.0	182	300	752	1200	—		0.75*
膨張	25	11±1	5±0.5	54.7	42.0	184	285	750	1197	25		0.75*

Gravel: 骨材最大寸法, W/(C+E): 水結合材比, *: Pozz. No.5L
E: 単位膨張材量, *: Pozz. No.8
*: 打込み時 s.s. 8±2.5 cc, air 4±1 cc, o.c. = 240kg/cc

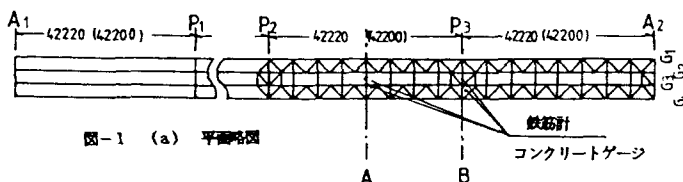
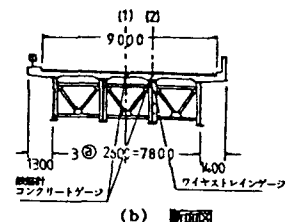


図-1 (a) 平面略図



(b) 断面図

3. 試験結果と考察 (1)膨張コンクリートの施工は暑中に行われた為、初期強度の発現は常用に比べやや低いものの、材令約3年では、ほぼ近い値になっている。シュミットハンマーによる推定強度も同様の傾向を示した。(2) 膨張コンクリート床版の最大膨張量は約 150×10^{-6} を示したが、膨張エネルギーの概念から推定した値よりやや小さくなった。橋軸方向では桁の剛度や不静定力の影響で $50 \sim 60 \times 10^{-6}$ のひずみが拘束されており、ダミー版との比較では、橋軸方向6割、橋軸直角方向9割の発現であった。尚ケミカルプレストレスは橋軸方向で 9.3 kgf/cm^2 、橋軸直角方向で 5.9 kgf/cm^2 と見積られた。橋軸方向では材令500日程度で、既にひび割れ発生などの為、ひずみが膨張側へ向かっているのが認められる。それに対し橋軸直角方向においては乾燥収縮がすみやかに進行しており、膨張コンクリート床版では材令約3年で 200×10^{-6} 程度以上の収縮量を示した。これは常用床版に比べ 100×10^{-6} 近く大きい値となっており、常用ではひび割れ等の影響が伺える。所定材令ごとに残存ケミカルプレストレスの算定を行った。材令500日においては約 $1 \sim 2 \text{ kgf/cm}^2$ 残存していたが、材令約3年では残存量が $-1 \sim -2 \text{ kgf/cm}^2$ と負の値になりほぼケミカルプレストレスが消失しているのが確認された(図-2、表-2)。(3)図-4に見られる様に床版下面のひび割れ密度と材令は片対数紙上でほぼ直線的な関係にあることが示された。膨張床版のひび割れ密度は常用の $1/4 \sim 1/5$ と極めて小さい。最大ひび割れ幅も $1/4$ 程度で材令3年で 0.15 mm 以下であった。この様にひび割れ発生の遅延も含め膨張コンクリート床版の有用性が確認されたといえる。

表-3 ひびわれ一覧表

支間	位置	ひびわれ発生時期	最大ひびわれ幅 (mm)		ひびわれ密度 (m/m)	
			3ヶ月	1150日	3ヶ月	1150日
支間中央 A	新井田	脱型後4日	0.25	—	—	—
	丸木	脱型後3週	0.08	—	2.2	—
	新井田	脱型後1日	0.15	—	7.7	—
	丸木	脱型後2週	0.10	—	0.4	—
支間中央 B	新井田	脱型後1週	0.08	0.60	2.4	5.23
	丸木	脱型後7ヶ月	0.04	0.15	0.1	0.95
	新井田	脱型後2週	0.08	0.40	1.3	3.91
	丸木	8ヶ月	—	0.10	—	0.84

* 材令7ヶ月の測定値

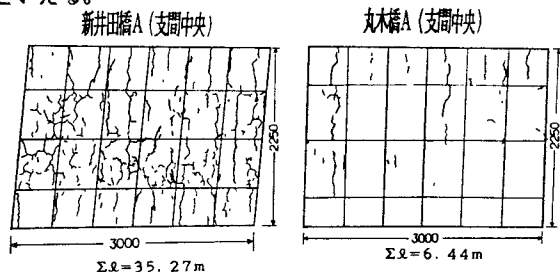


図-3 床版下面のひび割れ性状(材令3年)

表-1 圧縮発生試験結果

試験体	圧縮発生試験結果				コア抜き試験結果			
	圧縮強度 N/mm^2	弾性係数 kgf/cm^2	圧縮変形 mm	弾性係数 kgf/cm^2	圧縮強度 N/mm^2	弾性係数 kgf/cm^2	圧縮変形 mm	弾性係数 kgf/cm^2
膨張コンクリート	210	21.0	22.3	24.0	—	—	—	—
ダミー版	210	21.0	—	—	212	262	27.6	27.7
常用コンクリート	222	317	26.0	25.0	266	303	25.7	27.9

* 圧縮発生 (ポアソン比0.19) ()内は、無膨張コンクリート。

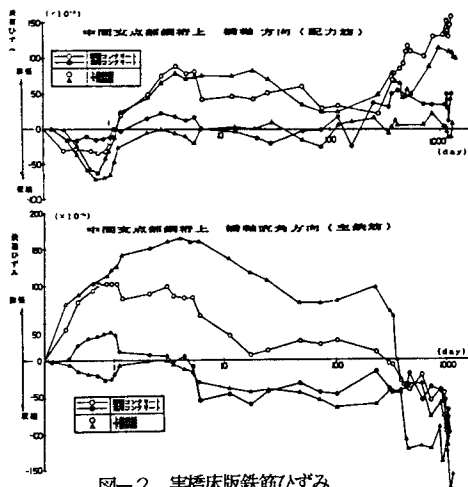


図-2 実橋床版鉄筋ひずみ

表-2 初期膨張量及び乾燥収縮量

観測 測 点	方 向	位置	乾燥収縮 係数 ($\times 10^{-6}$)	乾燥収縮量 ($\times 10^{-6}$)		
				最大値	5 0 0 日	1 1 5 0 日
成用 コンクリート	配筋方向 (橋軸方向)	グリニ一	147	100	121 (187)	
		新井田	22 (26)	-94 (-140)	-91 (-125)	
		生駒方面	161	130	130 (180)	
		新井田	111 (173)	106 (171)	120 (201)	
	厚さ方向	グリニ一	130	113	88	
		新井田	130 (161)	161	204	
		生駒方面	165	130	134	
		新井田	105	130	134	
新製 コンクリート	配筋方向 (橋軸方向)	グリニ一	137	111	76	88
		丸木 A	88 (129)	50 (129)	25	
		丸木 B	88	31 (42)	-80 (16)	-94 (88)
		生駒方面 (橋軸直交)	グリニ一	163	136	113
	厚さ方向	丸木 A	143	161 (203)	167 (203)	206
		丸木 B	153 148	190 (200)	200 (208)	234
		グリニ一	160	63	40	16 (46)
		新井田	A 523	129 (162)	136 (161)	204
厚さ方向	丸木 B	540 506	123 (161)	133 (161)	227	
	新井田	470	122	78	72	

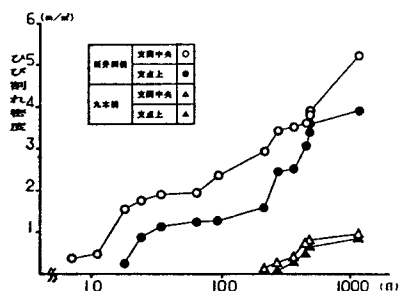


図-4 ひび割れ密度と材令との関係