

I-239

膨張コンクリートによる鋼橋床版の耐久性改善
に関する一検討ハル工業大学 正員 杉田修一、正員 戸谷征美
日本道路公団 正員 錦井正実、正員 宮崎都三雄

1 まえがき

昭和60年8月、東北自動車道ハル〜戸間、岩手県九戸郡に建設中の鋼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が試験施工されることとなった。道路公団では既に4橋の床版に試験施工の実績があるが、積雪寒冷地域では初めてのケースであり、使用後の塩カリ散布による塩害環境や厳しい凍結融解作用に対する耐久性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どの程度効果を発揮するか長期的に追跡する必要が生じた。調査にあたっては、丸木橋と同形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することとした。本調査は継続中であり、本文では材令7ヶ月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、床版や桁のひずみ、ひびわれ性状などについて報告したい。

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開港社普通ポセ、細骨材は青森県十和田産陸砂(比重2.55, 吸水率3.46%, $P-M=2.66$)粗骨材は青森県島守産砕石(輝綠岩, 最大寸法25mm, 比重2.94, 吸水率0.68%)膨張材は小野田イクスパン、AE減水剤はボゾリス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に示す。膨張材単位量は別途試験によりセメントに割て35%と決定した。

フレッシュコンクリートの性質としてNo.5Lを用いた場

表-1 示方配合

種類	Gmax (mm)	s/s (cm)	air % (%)	W/(C+E) (%)	s/a (%)	単位水量 (kg/m ³)					
						W	C	S	G	E	Admix
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	164	285	750	1197	35	0.75★

Gmax: 粗骨材最大寸法, E: 単位膨張材量, W/(C+E): 水砂合計比, ★: Pozz.No5L, ★: Pozz.No8
*: 打設時 s/s 8±2.5 cm, air 4±1 %, c/sk = 240ml/cm

合フリーセメント率は常用2.52%に比べ、膨張では約2%高く、アロクター買入試験による凝結の始結、終結とも常用の6hr-40^{min}, 9hr-20^{min}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能指数は

無拘束およびJIS A法による拘束下(P=0.93%)も公団規定値70%を満足した。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120×10⁶、室内打設で230×10⁶程度であり室内の乾燥収縮、圧縮クリープは常用の3/5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区間)月3日で、型養生を常用で5日、膨張は7日、型枠解体はその後2日を要した。AおよびB区間床版には多くの鉄筋材、コンクリートひび割れ計が各方向に設置された。図4a新にはワイヤレストレインゲージも貼付し、長期観測が実施された。又同時に作成したタミー版(230×900×900mm)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および下面のひびわれ観察、非破壊検査等を実施した。又、20tonタンク数台による車両試験も初令3ヶ月で実施した。

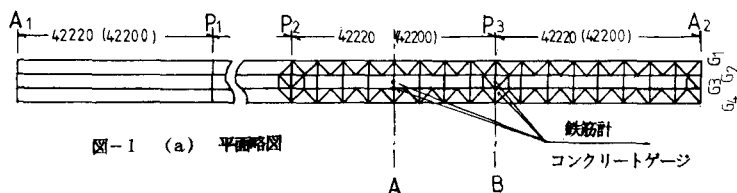
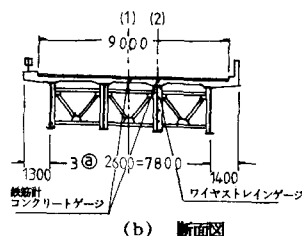


図-1 (a) 平面略図



(b) 断面図

3. 試験結果と考察

(1) 膨張コンクリートの場合、タミー版

から採取したコアの強度は常用の8割弱で、特に初期強度発現に暑中施工の影響が現れている。一方弾性係数は常用と変わらない結果となった(表-1)。

シュミットハンマーによる推定強度も同様の傾向となった(図-2)。一方、材令7ヶ月の超音波速度は常用に比べ約1割大きく、膨張床版の健全さを示していると思われる。

(2) 膨張コンクリート床版の橋軸直角方向鉄筋引張歪は3~7日で最大値約 150×10^{-6} を示した

が、一軸均等膨張量から膨張エネルギー概念により推定した値は5~25%大きく、上限値を与えている。橋軸方向では桁剛度や不静定力の影響で $50 \sim 60 \times 10^{-6}$ のみみられた。ナメカルフレストレスは橋軸方向で約 10 kgf/cm^2 、橋軸直角方向で 6 kgf/cm^2 と見られた。乾燥収縮は常用に等しいかやや小さい(平均約8割)の値となった(図-3、表-2)。

なお、桁部では床版膨張により上フランジ部に約 200 kgf/cm^2 の引張応力が発生が確認されたが、桁と床版の合成効果により問題は少ないものと思われる。

(3) 床版上面では、脱型後かなり早い時期に微細ひびわれ(一部施工欠陥を含む)が観察されたが、これらは大部分浅く短いもので、

桁近辺ではランダム模様、桁間では桁直角方向のものも卓越していた。また、上面のひびわれ密度の分布から、桁近辺にひびわれが密集していることがわかる。丸木膨張床版ではひびわれ密度は常用床版の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ で床版下面の状況からも膨張コンクリートの卓越した効果が認められた(表-3 図4.5)。なお、常用コンクリート床版下面のひびわれ進展の

表-1 圧縮強度および弾性係数

試験種別	試験片数	標準養生供試体				コア供試体			
		圧縮強度 kgf/cm ²	弾性係数 $\times 10^4$ kgf/cm ²	E7	E28	圧縮強度 kgf/cm ²	弾性係数 $\times 10^4$ kgf/cm ²	E28	E91
膨張コン	8/3打設平均	*210 210	*280 281	22.3	24.0	—	—	—	—
タミー版打設コン		*198 189	*263 264	—	—	212	262	26.9	27.7
常用コン		222	317	20.0	25.0	256	339	25.7	27.9

*: 拘束発生 (ポソソ比0.19)

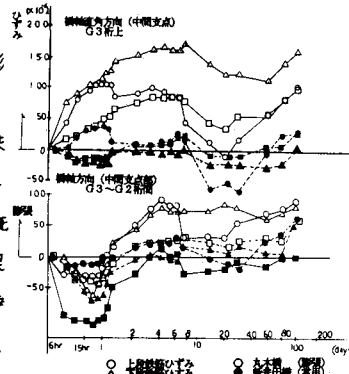


図-3 実橋床版における鉄筋およびコンクリートのひずみ

表-2 長さ変化一覧表

計器	方向	床版種別	膨張量 ($\times 10^{-4}$)	乾燥収縮 ($\times 10^{-4}$)
鉄筋計	橋軸	タミー版	15.7	7.1 9.3
		実橋	8.9	2.7 2.4
	橋軸直角	タミー版	16.3	9.0 9.9
		実橋	14.8	6.1 7.6
コンクリートひずみ計	橋軸	タミー版	9.4	4.6 8.1
		実橋	4.4	3.5 7
	橋軸直角	タミー版	12.4	7.2 6.4
		実橋	9.3	5.5 4.9
	橋面方向	タミー版	54.0	7.3 5.9
		実橋	58.6	3.6 7.2
	無筋タミー版		47.0	4.0 9.8
		丸木		

* 初期最大値

新井田橋A(支間中央) 丸木橋A(支間中央)

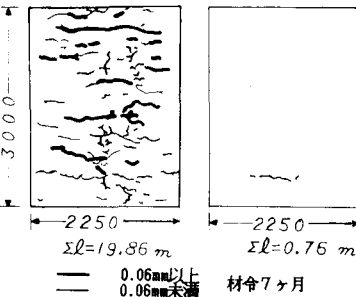


図-5 床版下面のひびわれ性状

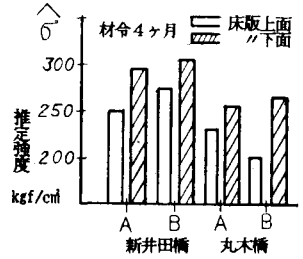


図-2 床版コンクリートの強度推定(シュミットハンマー)

表-3 ひびわれ一覧表

床版面	位置	脱型後日数	ひびわれ発生	
			最大ひびわれ幅(mm)	ひびわれ密度(m^2/m^2)
新井田橋A	支間中央	脱型後4日	0.35	5.1
	丸木	脱型後3日	0.08	2.2
	支間中央	脱型後1日	0.15	7.7
	丸木	脱型後2日	0.10	0.4
丸木橋A	支間中央	脱型後1日	0.08	2.4
	丸木	脱型後7ヶ月	0.04*	0.1*
	支間中央	脱型後2日	0.08	1.3
	丸木	7ヶ月未発見	—	—

* 材令3ヶ月

* 材令7ヶ月の観定値

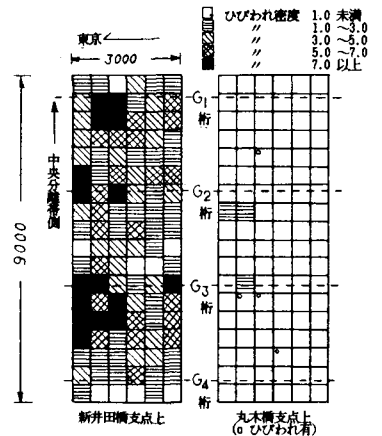


図-4 床版上面のひびわれ分布特性

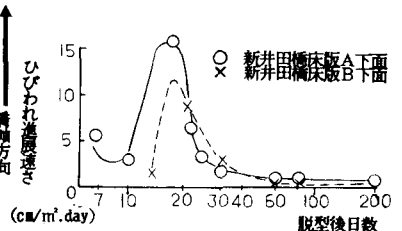


図-6 ひびわれ進展速度～脱型後日数の関係