

和歌山工業高等専門学校 正会員 ○戸 川 一 夫
同 上 同 上 中 本 純 次

1. まえがき： 吸水量の多い人工軽量骨材を用いたコンクリートは普通骨材を用いた場合よりも乾燥収縮が小さく、またクリープも小さくなることが報告されている。膨張コンクリートに軽量骨材を用いると普通骨材を用いる場合よりも、膨張量は大きく、乾燥収縮およびクリープは小さくなることが認められている。本研究は鋼合成構造の床版部に膨張コンクリートを使用し、軽量骨材を用いた場合と普通骨材を用いた場合のそれぞれの基礎的な力学的性質を実験的に明らかにしようとするものである。

2. 実験概要： セメントは普通ポルトランドセメント、膨張材はデンカC S A #20を使用した。骨材は普通骨材として川砂（比重2.55、粗粒率2.82）と硬質砂岩碎石（比重2.61、最大寸法20mm）の組合せおよび人工軽量骨材（アサノライト）として細骨材（乾燥比重1.76、吸水率17.0%）と粗骨材（最大寸法20mm、乾燥比重1.24、吸水率29.2%）の組合せを用いた。コンクリートの配合を表-1に示す。鋼合成構造供試体は図-1に示す。版主筋方向の曲げ耐力を知るために図-2に示すはり供試体を作製した。圧縮、引張強度試験供試体は $\phi 10 \times 20$ cmの円柱供試体、曲げ供試体は $10 \times 10 \times 40$ cmの角柱供試体である。すべての供試体は打込み直

表-1 コンクリートの配合

	スラブ (cm)	W/C+E (%)	S/a (%)	W (kg/m ³)	C+E (kg/m ³)	E (kg/m ³)	S (kg/m ³)	G (kg/m ³)
普通コンクリート	7.5	45	43	180	400	0	735	1000
膨張コンクリート	7.5	45	43	180	400	60	735	1000
軽量膨張コンクリート	7.5	45	43	180	400	60	532	575

E: 単位膨張材量 (kg/m³)

表-2 コンクリート強度試験結果

	圧縮強度 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	曲げ強度 (kg/cm ²)	弾性係数 (kg/cm ²)	弾性係数 (kg/cm ²)
普通コンクリート (材令91日)	483	34	61	236000	3.4×10^5
膨張コンクリート (材令91日)	410	35	41	224000	3.6×10^5
軽量膨張コンクリート (材令91日)	221	16	27	138000	2.3×10^5

後から材令1日まで濡布養生し、材令1日で脱型して材令14日まで20°Cの室内で散水養生し、材令14日から91日まで20°C、RH=50%の室内で乾燥養生をした。供試体の長さ変化は基長を打込み直後とし、鉄筋に貼付した電気抵抗線ひずみゲージによって測定した。床版の破壊試験は床版中央部に 5×10 cmの載荷板をおいて載荷試験をした。

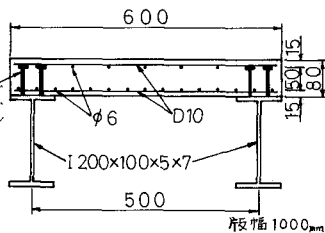


図-1 鋼合成桁床版

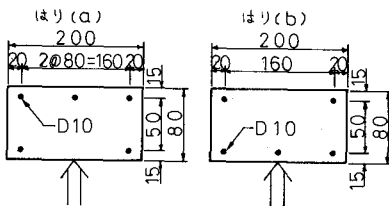


図-2 はり供試体

3. 実験結果とその考察：

表-3にはりならびに床版の曲げひびわれ発生モーメントを示す。曲げひびわれ発生荷重は載荷直下の引張側鉄筋のひずみが急変する点とした。はりのひびわれ発生モーメントは次式 $(M_{cr} = (Q_e + Q_c) \cdot z_e)$ とこの理論によって算出してみた。この理論の方が(1)式よりも実測値に近い値を与えている。床版のひびわれ発生モーメントを算定するためにS. G. P. J. J. A. R. K. A. R. の理論を適用してみた。はり(a)形供試体

表-3 曲げひびわれ発生モーメント (材令91日)

	はり(a) ↑	はり(b) ↑	I ↑
普通コンクリート	ひびわれ荷重 目視 (t) 鉄筋ひずみ 0.7	1.2 0.4	4.0 2.1
膨張コンクリート	ひびわれ荷重 目視 (t) 鉄筋ひずみ 0.4	0.38 0.25	0.428
軽量膨張コンクリート	ひびわれ荷重 目視 (t) 鉄筋ひずみ 1.8	1.36 0.88	5.0 4.0
普通コンクリート	ひびわれ荷重 目視 (t) 鉄筋ひずみ 1.2	0.7 0.4	4.0 2.1
膨張コンクリート	ひびわれ荷重 目視 (t) 鉄筋ひずみ 0.4	0.38 0.25	0.428
軽量膨張コンクリート	ひびわれ荷重 目視 (t) 鉄筋ひずみ 1.8	1.36 0.88	5.0 4.0
普通コンクリート	ひびわれ荷重 目視 (t) 鉄筋ひずみ 1.2	0.7 0.4	4.0 2.1
膨張コンクリート	ひびわれ荷重 目視 (t) 鉄筋ひずみ 0.4	0.38 0.25	0.428
軽量膨張コンクリート	ひびわれ荷重 目視 (t) 鉄筋ひずみ 1.8	1.36 0.88	5.0 4.0

* PINJARKARの理論 $M = 0.204P(t \cdot m)^{3/4}$ ** 鉄筋力 $Q_e = 17.4 \text{ kg/cm}^2$ *** ケミカルストレス $Q_c = 10.3 \text{ kg/cm}^2$ **** ケミカルストレス $Q_c = 206 \text{ kg/cm}^2$ ① 引張極限ひずみ $= 250 \times 10^{-6}$ ② 引張極限ひずみ $= 300 \times 10^{-6}$ ③ 引張極限ひずみ $= 400 \times 10^{-6}$

の曲げひびわれ発生モーメントは床版の曲げひびわれ発生モーメントをPINJARKARの理論で求めた値とよく一致することがわかった。軽量膨張コンクリートの曲げひびわれ発生荷重は膨張コンクリートの約25%増、普通コンクリートの2.5倍となっている。はりの曲げ破壊モーメントは若干の相違はあるが、いずれのコンクリートについても大差ない結果をえている。したがって、軽量膨張コンクリートは曲げ強度等は他のコンクリートに比較してかなり低いが、曲げひびわれ発生耐力は他のコンクリートとくらべて高くなっており、これはケミカルプレストレスの寄与、乾燥収縮の低減によると考えられる。床版はすべて押めきせん断破壊を示した。押めきせん断耐力を算定するために、Mowrer⁴⁾、Hognestad⁵⁾、Moe⁶⁾およびHawkins⁷⁾の各理論と比較検討してみた。軽量膨張コンクリートの場合、他のコンクリートと比較して押めきせん断耐力は25%程度低下することがわかる。ただし、軽量コンクリートの場合材令91日の圧縮強度が36.9 kg/cm²であるので、乾燥収縮応力を無視して、Hawkinsの理論で押めきせん断耐力を試算してみると、

表-4 はりの曲げ破壊試験結果

	はり (A)	はり (B)
普通コンクリート	2.000	1.375
膨張コンクリート	1.846	1.257
膨張コンクリート	2.250	1.425
膨張コンクリート	1.864	1.273
膨張コンクリート	1.900	1.306
膨張コンクリート	1.793	1.242

10.9とであり、膨張軽量コンクリートの押めきせん断耐力にもケミカルプレストレスが寄与していると推測できる。各理論の適否については軽量膨張コンクリートについてはHawkins^(Moe)とMowrer、膨張コンクリートではHawkinsとMoe、普通コンクリートではHognestadとMoeの理論が実測値と比較的よく一致している。軽量膨張コンクリートのはりおよび床版下縁の引張コンクリートひずみは同一鉄筋応力の場合、他のコンクリートより

表-5 床版の押めきせん断耐力 (材令91日)

	普通コンクリート	膨張コンクリート	膨張軽量コンクリート
実測値	14.67	15.47	11.50
Mowrer ⁴⁾	18.10	16.69	12.26
Hognestad ⁵⁾	13.12	13.51	6.18
Moe ⁶⁾	13.82	15.03	10.17
Hawkins ⁷⁾	11.84	13.90	12.80

* 収縮応力 $\sigma_{se} = -17.4 \text{ kg/cm}^2$
 ** ケミカルプレストレス $\sigma_{se} = 10.3 \text{ kg/cm}^2$
 *** ケミカルプレストレス $\sigma_{se} = 20.6 \text{ kg/cm}^2$

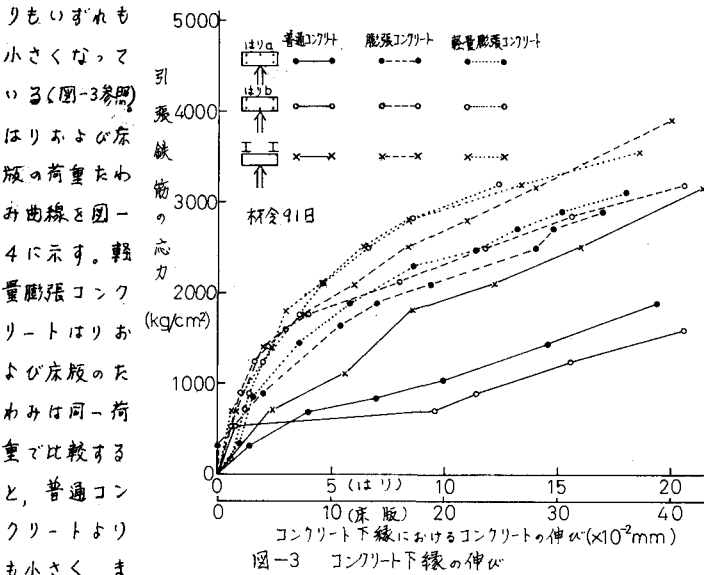


図-3 コンクリート下縁の伸び

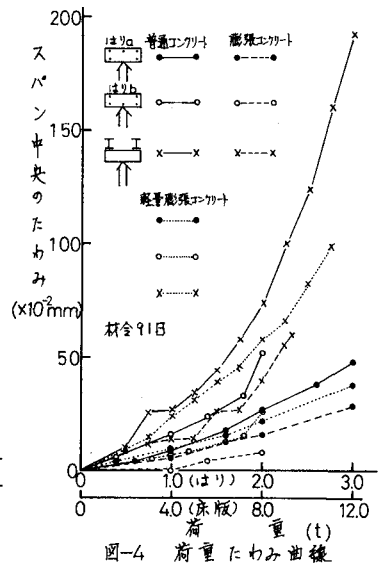


図-4 荷重たわみ曲線

た、膨張コンクリートよりも大きくなっている。このことは弾性係数が低いことによると考えられる。

参考文献: 1) 岡田, 藤井, 小林: プレストレストコンクリート構造学, 国民科学社, 1979. 2) 辻, 前山: 足利工業大学研究集録, 才3号, 1977. 3) S.G. PINJARKAR: Jour. of ACI, 9, 1973. 4) R.D. Mowrer, H.D. Vanderbilt: Jour. of ACI, 11, 1967. 5) R. Park: Proc. Inst. of Civil Engineers, 6, 1964. 6) J. Moe: Development Dept. Bull. D47, PCA, 4, 1961. 7) Hawkins: Proc. ASCE, Jour. ST8, 8, 1974.