

東京大学 正会員 岡村 南

東京大学 鈴木 俊一

東京大学 学生会員 ○池内 武文

1. 研究の目的

コンクリート利用の多様化に伴い、ひびわれ防止の重要性が増してきた。ひびわれ防止のために膨張コンクリートが利用され、それに関する研究も公表されている。しかし、膨張コンクリートの力学特性とひびわれ防止効果との関連については、研究されていない。本研究の目的は、ひびわれ防止に効果があると思われる膨張コンクリートの力学特性、特に伸び能力について明らかにすることである。

2. 実験方法

曲げ試験に於ける荷重と引張縁ひずみの関係をXYレコーダーで記録し、それを使った計算から、供試体の引張応力-ひずみ関係を求めた。

配合は、表1に示してある。D配合、X配合は、膨張コンクリートにおける膨張材置換率の上下限の置換率をもつ。M配合は、殆んど膨張をおこさない膨張材置換率をもつ配合である。N配合は、膨張コンクリートの性質を明らかにする為の、比較用アレイコンクリートである。膨張混和材として、デンカCSAを、セメントは早強ポルトランドセメントを用いた。

試験時の材令は、若材令の特性を知る為に7日、長期的特性変化を知る為に28日とした。

養生条件は、20℃水中養生と20℃、100% R.H.の湿潤養生を用い、拘束条件には、拘束鉄筋比0.65%の一軸拘束と自由膨張を用いた。供試体の断面は、10cm×10cmである。

3. 引張特性の計算

計算の仮定として、①オイラー・ベルヌイの仮定、②圧縮側応力の直線分布、③表2の圧縮側ヤング係数を用いた。ひびわれ発生は、引張側ゲージの急変する点とした。

XYレコーダーで記録した荷重-引張縁ひずみの曲線から、ひびわれ発生を含むいくつかの点の荷重、引張縁ひずみをとる。最も小さい荷重をもつ点で、内力のつり合い、内外モーメントのつり合いを用いて、中立軸の位置と引張縁応力を計算する。この時点の応力-ひずみ関係は、直線である。この応力-ひずみ関係と2つのつり合い式を用いて、次の荷重とひずみによる中立軸の位置と引張縁応力を計算する。その際、前の縁応力と新しい縁応力との間の応力-ひずみ関係は直線とする。これを繰り返して、ひびわれ迄の折線で近似した引張側応力-ひずみ関係を求めた。

表1. 配合

配合	$\frac{W}{C+CSA}$	$\frac{CSA}{C+CSA}$	W	C	CSA	S	G		$\frac{S}{a}$	変位量
	%	%	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	5~12.5 mm	12.5~25 mm	%	%
N	50	0	175.9	351.8	0	72.5	556.5	556.5	39.4	1.5
M	〃	8.5	175.5	321.0	30	〃	〃	〃	〃	〃
X	〃	11.4	175.3	310.6	40	〃	〃	〃	〃	〃
D	〃	17.1	175.1	290.2	60	〃	〃	〃	〃	〃

4. 結果と考察

図1から、膨張材を混入することによって、若材令のひびわれ時のひずみ、即ち若材令の伸び能力が増大していることがわかる。 ϵ_{uN} は膨張コンクリートの伸び能力、 ϵ_{uN} は対応する膨張コンクリートと同一の養生と拘束をうけたアレイコンクリートの伸び能力を表わしている。ばらつきは、養生条件と拘束条件の違い

表2. 圧縮側ヤング係数の仮定値

配合	7日養生		28日養生	
	拘束	自由	拘束	自由
N	30×10^4	30×10^4	30×10^4	30×10^4
M	30×10^4	30×10^4	30×10^4	30×10^4
D	30×10^4	25×10^4	30×10^4	25×10^4

によるものである。

若材令では、膨張コンクリート（D配合）がプレインコンクリートに比して、少なくとも1.4倍以上の伸び能力を持つ。膨張をおこさない程度の膨張材置換率をもつM配合の膨張コンクリートは、若材令でもプレインコンクリートと同じ程度の伸び能力しか示さない。

図2には、上述した若材令の特性が材令の経過と共にどのように変化していくかが示されている。材令28日になると、若材令で著ろしかった、膨張コンクリート（D配合）の伸び能力とプレインコンクリートの伸び能力の差が少なくなっている。表3から、膨張コンクリート（D配合）の材令7日と材令28日の伸び能力比が1.0以下になっていることがわかる。故に、若材令時の膨張材混入による伸び能力の増大は、材令28日では失われプレインコンクリートに近づくと言える。この特性は養生条件や拘束条件によって差はあるが、同一の傾向を示す。

図3、図4に、膨張コンクリート（D配合）とプレインコンクリートの、計算で求めた引張側応カーヒズミ関係を示す。

図3は、材令7日、即ち若材令の引張側応カーヒズミ関係である。膨張コンクリート（D配合）の若材令での特徴は、低く長い台形状の引張側応カーヒズミ関係をもつことである。プレインコンクリートに比し、小さな弾性係数で立ち上り、その弾性係数をさえ急速に失い、ピークの不明瞭なほぼ水平な応カーヒズミ関係を長く維持して、ひびわれに到る。

図4は、材令28日の引張側応カーヒズミ関係である。材令7日では明らかに分離していた、膨張コンクリート（D配合）とプレインコンクリートの折線が、材令28日では近づいている。初期弾性係数や最大引張応力度の回復、台形状の不明瞭化が起っている。従って、膨張コンクリート（D配合）の引張側応カーヒズミ関係も、材令28日では若材令の特性を失い、プレインコンクリートの引張側応カーヒズミ関係に近づく傾向がある。

5. まとめ

膨張コンクリートの曲げ引張特性の特徴が、若材令に於ける伸び能力の大きいこと、引張側応カーヒズミ関係が低く長い台形状であることを明らかにした。この特性は、水和熱その他の初期ひびわれの発生に有効である。なおこの特性は、長期材令では失われていくことも示された。

表3. 材令による伸び能力比

	拘束・湿潤	拘束・水中	自由・湿潤	自由・水中
E_{u28}/E_{u7}	0.75	0.93	0.57	0.86

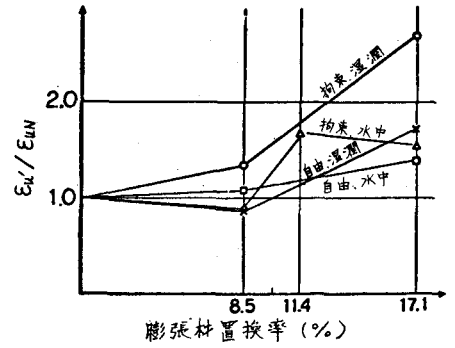


図1. 置換率による伸び能力(材令7日)

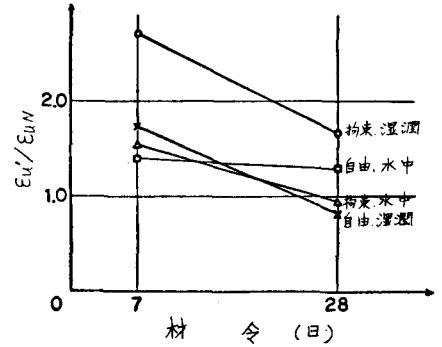


図2. 材令による伸び能力比変化(D配合)

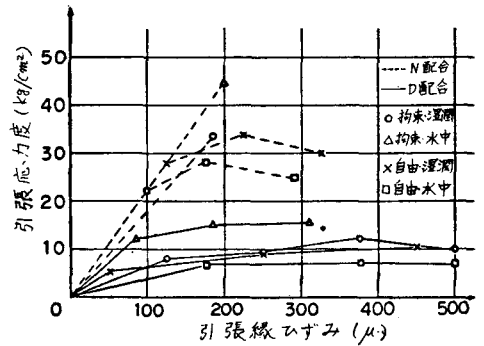


図3. 若材令の引張応カーヒズミ関係(D配合)

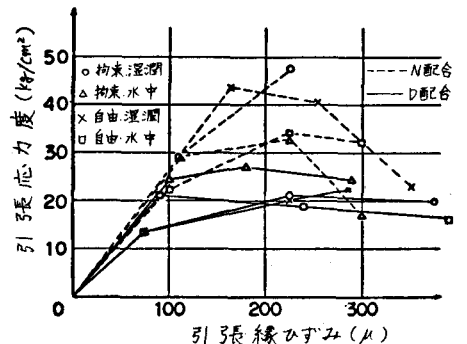


図4. 材令28日の引張応カーヒズミ関係(D配合)