

高 知 県 正会員○東岡幸子
高知工業高等専門学校 正会員 横井克則

1. はじめに

コンクリート構造物を設計する上で応力-ひずみ曲線、弾性係数は重要不可欠である。しかし、コンクリートの応力-ひずみ曲線は、載荷方法、コンクリート強度、骨材の種類などで相当異なる¹⁾。先頃、環境への配慮から注目されているポーラスコンクリート、および構造物の合理的設計ができるとされる高強度コンクリートの応力-ひずみ曲線と普通コンクリートの応力-ひずみ曲線と比較した研究はほとんどされていない。

そこで本研究では、普通コンクリートとポーラスコンクリート、高強度コンクリートの圧縮強度試験を行い、それらの応力-ひずみ曲線および弾性係数（E）の比較検討、また併せて、従来、ひずみの測定に利用されてきたひずみゲージと最新式のコンプレッソメータの比較も行った。

2. 実験方法

本研究では表-1の材料を用いて、表-2の示方配合の普通コンクリート、ポーラスコンクリート、高強度コンクリートのφ10×20 cmの円柱供試体を作製し、普通コンクリート、ポーラスコンクリートは 500 kN 万能試験機、高強度コンクリートは 2000 kN 万能試験機を用いて圧縮強度試験をおこなった。この際、ひずみゲージとコンプレッソメータを使用してひずみの大きさを測定した。

表-1 使用材料

	セメント	粗骨材	細骨材	混和剤
ポーラスコンクリート	早強	—	—	—
普通コンクリート（強度小）	早強	川砂利	川砂	A E 剤
普通コンクリート（強度中）	早強	川砂利	川砂	A E 剤
普通コンクリート（強度大）	普通	輝緑岩	輝緑岩	A E 剤

表-2 示方配合

	粗骨材 の最大 寸法 (mm)	スラン プ フ ロー の 範 囲 (cm)	空 気 量 (%)	s/a (%)	W/C (%)	単 位 量 (kg/m ³)						目標強度 (MPa)
						W	C	S F	S	G	混和剤	
ポーラスコンクリート	10	—	20	—	26	96	370	—	—	1571	—	25
普通コン（強度小）	20	ｽﾗﾝﾌﾟ 8	5	45	50	180	361	—	761	961	180	30
普通コン（強度中）	20	ｽﾗﾝﾌﾟ 8	5	36	35	160	457	—	597	1084	228	50
普通コン（強度大）	20	70-60	2	44	25	160	576	64	805	1022	13	130

3. 実験結果および考察

3.1 ひずみゲージとコンプレッソメータの比較

図-1 にポーラスコンクリートにおけるひずみの計測方法による比較、図-2 に普通コンクリート（強度小）とポーラスコンクリートのひずみ測定方法による応力-ひずみ曲線の違いを示す。

普通コンクリート（強度小）では、ひずみゲージとコンプレッソメータの2つの応力-ひずみ曲線はほぼ重なったが、ポーラスコンクリートでは重なる場合と全く重ならない場合が生じた。図-1 からポーラス

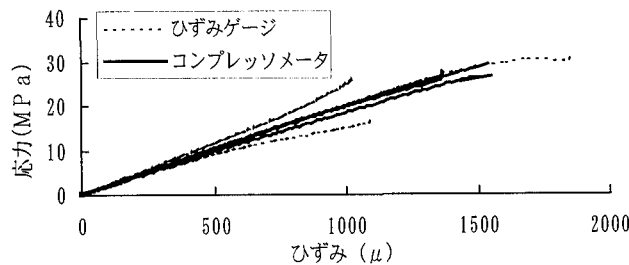


図-1 ひずみゲージとコンプレッソメータのバラツキの比較

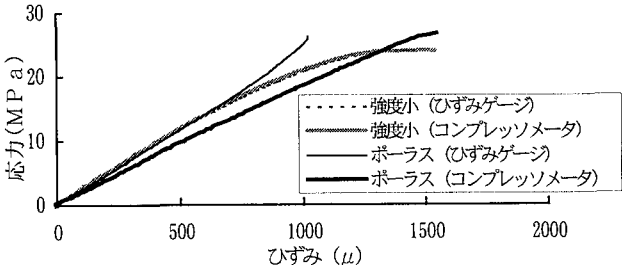


図-2 普通コンクリートとポーラスコンクリート

コンクリートの方がばらついていることがわかる。ポーラスコンクリートの表面の多くの孔はひずみゲージを貼るときに石膏でうめたがコンクリートの代用はできなかったためだと推察される。

3.2 各種コンクリートの応力-ひずみ曲線

図-3に各種コンクリートの応力-ひずみ曲線を示す。ポーラスコンクリートの応力-ひずみ曲線は普通コンクリート（強度小）に比べて最大応力はほぼ同じであるが、直線的でひずみが1400~1600 μ で急に曲率が大きくなる傾向がみられた。また最大応力の85%時における普通コンクリート（強度小）のひずみは1100~1200 μ ほどであった。普通コンクリート（強度中）では1500~1700 μ であった。しかし、普通コンクリートでは理論上2000 μ 程度である。一般に応力-ひずみ曲線の直線部の勾配はコンクリートの強度が大きくなるほど大きくなり、低応力での直線部が大となる傾向がある²⁾。本研究でも応力-ひずみ曲線はその最大強度が大きくなるほど、直線部が大きくなっている。

またコンクリートは高強度となるとその破壊は脆性的となるので応力-ひずみ曲線も通常の応力-ひずみ曲線でみられる塑性域での性状がほとんどみられず、特に最大応力が100MPaをこえるような普通コンクリート（強度大）は最大応力をむかえたとすぐ破壊した。また最大応力の85%時におけるひずみは2400 μ ほどと理論値よりも大きくなった。

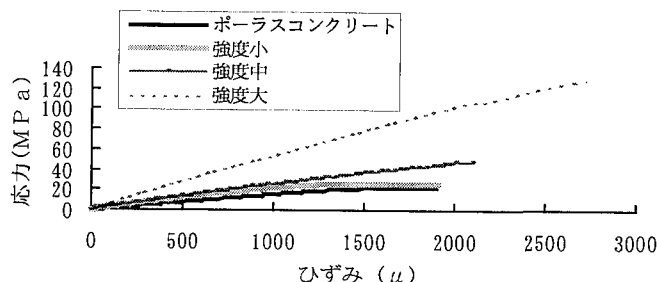


図-3 各種コンクリートの応力-ひずみ曲線

3.3 最大強度と弾性係数の関係

図-4はすべての供試体の最大強度と弾性係数、理論上の弾性係数をグラフに表したものである。最大強度が大きいコンクリートほど弾性係数が大きく、最大強度が大きくなるにつれて弾性係数も大きくなった。またポーラスコンクリートと普通コンクリート（強度小）の最大強度はほぼ同じくらいであるが、弾性係数は若干普通コンクリート（強度小）の方が大きいようである。理論値とされている $E_c = 40000 f'_c{}^{1/3}$ 式で求めた値と比較してみると、ポーラスコンクリート、普通コンクリート（強度中）は理論値に比べてほぼ同等になっているが、普通コンクリート（強度大）は大きくなっていることがわかる。

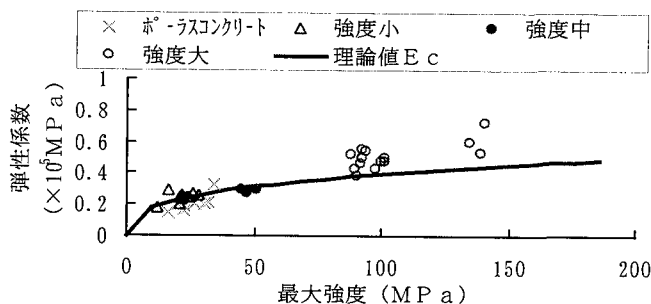


図-4 最大強度が弾性係数に及ぼす影響

4. まとめ

各種コンクリートの応力-ひずみ曲線について、圧縮強度試験を行い得られた結果から推察されることを以下に示す。

(1) ひずみゲージとコンプレッソメータは普通コンクリートではほぼ同じ値をとるが、ポーラスコンクリートではひずみゲージの方のばらつきが大きくなる。

(2) 高強度コンクリートの応力-ひずみ曲線は直線部が大となり、特に最大応力が130MPaをこえるような超高強度コンクリートは曲線部がほとんどないといえる。また、最大応力の85%時におけるひずみは2400 μ 程度である。

(3) 弾性係数は理論値に比べ、ポーラスコンクリートおよび強度が50MPa程度までの普通コンクリートは同程度となるが、高強度コンクリートの場合は大きくなる。

参考文献：1) 大塚、庄谷、外門、原：[第2版]鉄筋コンクリート工学 限界状態設計法へのアプローチ

2) 河野、田澤、門司：新しいコンクリート工学