

コンクリートの材料欠陥と圧縮強度に関する研究

徳山工業高等専門学校 正会員 ○島袋 淳

徳山工業高等専門学校 正会員 橋本堅一

1. はじめに

コンクリートや岩石の一軸圧縮強度に影響する要因は、①強度の本質的なばらつき、②コンクリート供試体作製上のばらつき、③試験条件のばらつきの3つに大きく分けることができる¹⁾。そして、実験結果のばらつきはこれら3つの要因によるばらつきの複合的な効果として生じると考えられ、それぞれのばらつきが小さくなれば実験結果のばらつきは小さくなると考えられる。一般にコンクリートの供試体に荷重が作用すると、コンクリート内部の構造欠陥の周辺や骨材とセメントペーストとの境界に応力集中が生じやすいためマイクロクラックが発生し、荷重の増加とともに進展する。また、更に荷重が増加すると局所的な破壊領域が拡がり、かつ、クラックもその数を増しながら互いに連結して大きく成長し、ついには、供試体は構造的に不安定な状態になって耐力を失うと考えられ²⁾、こういった内部の欠陥やクラックの進展等が上述①強度の本質的なばらつきに少なからず影響を及ぼしていると考えられる。

コンクリートの内部欠陥を考慮する場合、例えば、空隙が大きいほど空隙周辺の変形が大きくなり、また、内部に堅い物質が混入されればそれらと周辺のコンクリートとが共に挙動しないためその界面の不連続部分で応力集中が起こり強度が低下することが予想される。

本研究では、強度のばらつきと材料欠陥の関連性を調べるため、通常のコンクリート供試体と供試体中に、金属、発砲スチロールを混入し、故意的に内部欠陥を与えたものを用いて、それらの欠陥がコンクリートの一軸圧縮強度に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

表-1 各供試体重量

(1) コンクリート供試体

設計条件として設計基準強度 18N/mm^2 （スランブ：8cm，粗骨材最大寸法：20mm）で直径10cm，高さ20cmのコンクリート標準円柱供試体を作製する。内部欠陥として供試体中に金属（銅）（ $3.0 \times 3.0 \times 3.0\text{cm}$ ），発砲スチロール（ $2.5 \times 2.5 \times 2.5\text{cm}$ ）を混入し、それぞれ3本ずつ、内部欠陥がない場合（一般のコンクリート円柱供試体）を5本の計11本を

作製する。水中に22日間養生し、その後、供試体重量が一定となるまで気中養生を行う。以下、一般のコンクリート供試体をP、金属を混入した供試体をC、発砲スチロールを混入した供試体をHとして述べる。また、供試体重量が一定になったときの各供試体重量を表-1に示す。

(2) 圧縮試験

ひずみの測定は供試体に縦4枚，横4枚の計8枚の電気抵抗線ひずみゲージを貼り，載荷速度 10^{-2}mm/sec で圧縮試験を行う。このとき注意する点として，ひずみのモニタリングをしながら極力載荷の偏心が生じないようにすることと，供試体端面にビニールシートを用いて端面での摩擦の影響を少なくすることである。

3. 実験結果と考察

図-1 に圧縮試験で得られた代表的な圧縮応力と縦ひずみの関係を示す。この図より，初期の状態では応力にさほど違いが見られないが，ひずみが増加するに従って同じひずみで見た場合（例えば 1000×10^{-6} ）徐々

供試体	重量 (kgf)	供試体	重量 (kgf)	供試体	重量 (kgf)
P1	3642	C1	3733	H1	3571
P2	3635	C2	3750	H2	3577
P3	3637	C3	3760	H3	3548
P4	3626				
P5	3648				

に各供試体での応力に差が見られ、一般のコンクリートに比べて、内部欠陥を混入したの方が、応力が低下していることがわかる。ここで応力がピーク近くの縦ひずみの増加の乱れは発生したき裂が表面にまで影響を及ぼした結果であり、この表面き裂は実験終了後の供試体で確認された。また、図-1 より、ピーク時の圧縮応力を圧縮強度として、各供試体と関係づけたものが図-2 である。図中の破線は、各供試体の強度を平均したものである。この図より、各供試体は同じ配合条件で設計したにもかかわらず、介在物の混入 (C, H) により一般のコンクリート (P) に比べてピーク強度が大きく低下している。このことは、介在物の混入により、発泡スチロールではそれ自体の強度が弱く、金属ではコンクリートとの境界面に応力集中が生じ、クラックが集中し強度が低下したと考えられる。また、この図において各供試体で強度のばらつきがみられる。次に、図-2 での強度のばらつきを検討するために、変動係数を用いて各供試体との関係を示したものが図-3 である。この図より、一般のコンクリート (P) と介在物を混入したもの (C, H) を比較すると P が最も小さく、C, H は変動係数が大きく示されている。このことは、介在物が混入することにより、強度にばらつきが生じると考えられ、その程度は金属を混入した場合が最も強度が大きくばらつくと考えられる。

4. 結論

- (1) 圧縮応力-縦ひずみ関係から、ピーク時の圧縮応力を圧縮強度として介在物の影響を検討した結果、同じ配合条件にもかかわらず、圧縮強度は一般のコンクリート供試体と比較して、介在物を混入した供試体では低下することが明らかになった。このことから、介在物の混入により、金属とコンクリートとの間の不連続面及び空隙部分とみなせる発泡スチロールの影響によりその部分で応力集中が起こり、ピーク強度は低下すると考えられる。
- (2) 各供試体における圧縮強度のばらつきを検討した結果、介在物の混入によりばらつきが大きくなることが明らかになった。すなわち、圧縮強度は、内部欠陥が存在することにより、材料固有のばらつきをもつといえる。

参考文献

- 1) 佐野修, 藤原洋三, 古川浩平, 中川浩二: 岩石の一軸圧縮強度実験結果のばらつきに関する研究, 土木学会論文集第 388 号, pp. 141-149, 1987.
- 2) 社団法人日本コンクリート工学協会: コンクリート便覧, 技報堂出版, p.46, 1976.

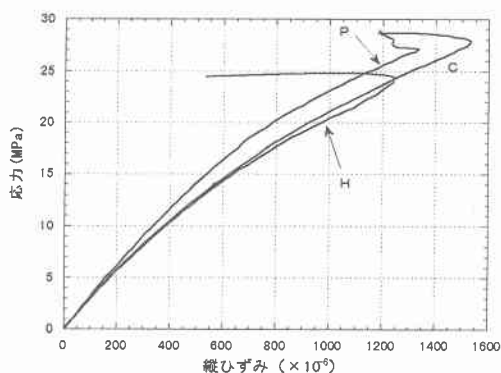


図-1 圧縮応力と縦ひずみの関係

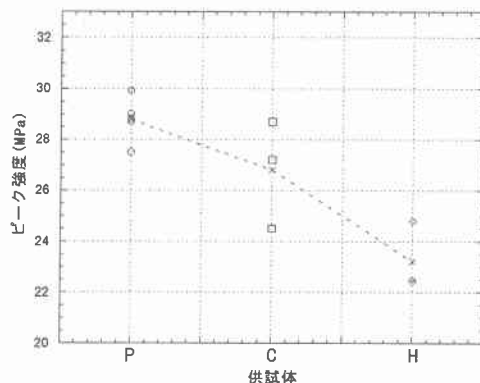


図-2 圧縮強度と各供試体の関係

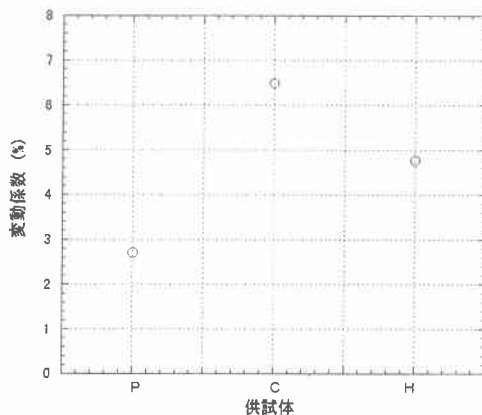


図-3 変動係数と各供試体の関係