

## 種々の碎石の変形特性に関する実験

九州大学 学生員○ 三好哲典

九州大学 正会員 阪本好史

九州大学 正会員 牧角龍憲

九州大学 学生員 井上慎介

### 1. はじめに

現在、主に土木構造物に用いられている圧縮強度 $400\text{kgf/cm}^2$ 以下のコンクリートに用いられる粗骨材として、碎石の使用規準はほぼ確立されており、R C標準示方書にも明記されている。しかし、圧縮強度が $500\text{kgf/cm}^2$ を超える高強度コンクリートに用いる場合の碎石の品質評価方法についての研究はまだ少なく、確たる評価方法が確立されているとは言い難い。

本研究では、種々の岩石の碎石を用い、それらの変形特性が硬化コンクリートの性質に及ぼす影響について実験的に検討を行ったものである。

### 2. 実験方法及び結果

#### 2-1 使用材料

コンクリート用粗骨材として、表-1のような物性を有する天然岩石を母岩とする碎石(2005)13種類を用いた。セメントは、普通ポルトランドセメント、細骨材としては、海砂を使用した。また、混和剤としては高性能A E減水剤(ポリカルボン酸系)を用いた。

#### 2-2 骨材の品質試験

粗骨材の品質試験として、高強度コンクリートへの適用を考慮して、骨材自体の強さ及び変形性を調べるために、BS-812に規定されている破碎値試験を実施した。この際、40tfまでの載荷時の碎石の変形量も同時に測定し、これを初期詰め込み高さで割り、変形ひずみとして算出した。この時の骨材の変形挙動の一例を図-1に示す。他の種類の骨材もおおむね類似した挙動を示した。尚、変形ひずみについては、この図の載荷2tfから40tfの間の変形量について求めたものである。

#### 2-3 コンクリートの配合

本研究では、高強度コンクリートにおける碎石の品質特性の影響を検討するために水セメント比28%とした。単位水量及び細骨材率は一定とした。また、所要のワーカビリティを得るためにセメント重量の1.5%の高性能A E減水剤を添加した。配合の詳細は表-2に示す。コンクリート練混ぜ後、直ちに $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の円柱供試体を作成し、材齢1日で脱型した。脱型までは湿潤養生とし、その後 $20^\circ\text{C}$ で水中養生を施した。硬化コンクリートの試験としては、圧縮強度及び静弾性係数について材齢3日、7日、28日で試験を行った。それらの結果をまとめて表-3に示す。

### 3. 考察

骨材の破碎値と材齢7日圧縮強度の関係を図-2に示す。圧縮強度は $600\text{--}800\text{kgf/cm}^2$ の範囲に分布している。ここで、石灰岩碎石2種類はいずれも特に大きい破碎値を有しているにも関わらず圧縮強度は最も高いレベルにあり、他の碎石とは異なる傾向を示している。図-3には破碎値と材齢7日静弾性係数の関係を示している。破碎値と圧縮強度の間には明確な相関性が認められないのに対して、石灰岩碎石を除いたデータでみれば破碎値と静弾性係数の間には負の相関関係が認められる。高強度コンクリートでは骨材の破碎値と圧縮強度に負の相関関係があることが報告されているが<sup>1)</sup>、本実験では圧縮強度が $600\text{kgf/cm}^2$ 以上の領域においてもモルタル部あるいはモルタルと骨材の界面で破壊しているものもあり、粗骨材の品質が直接的にコンクリート強度に影響を及ぼしていない場合があったためと考えられる。しかしその場合にも破壊に至るまでの過程での応力-ひずみ関係を表す静弾性係数には粗骨材の品質がかなり影響を与えていると言える。次に破碎値試験時の変形ひずみとコンクリート強度の関係を図-4に、静弾性係数との関係を図-5に示す。前述の破

破砕値との関係と同様に、変形ひずみと圧縮強度の関係には明確な傾向は認められないが、静弾性係数との関係には石灰岩砕石の場合を除けば、負の相関関係が見受けられ、粗骨材自体の変形性状がコンクリートの応力-ひずみ性状に影響を及ぼすことが推察される。

4. まとめ

本実験検討の結果より、粗骨材として用いる砕石の破砕値及びそのときの変形性状は圧縮強度600kgf/cm<sup>2</sup>以上の高強度コンクリートの弾性領域での応力-ひずみ特性を評価するのに有効であることが推察された。また、石灰岩砕石の場合には砕石自体の強さに対して、それを用いたコンクリートの初期強度発現性が著しく増大する傾向にあり、他の岩質の砕石とはコンクリート用粗骨材として異なる品質評価を行う必要がある。

参考文献

1) 松下、牧角、西山「高性能減水剤を用いた高強度コンクリートに関する2、3の研究」セメント技術年報31号,1977

表-1 砕石の諸物性

| 砕石 | 岩質   | 比重   | 吸水率(%) | 実積率(%) | 破砕値(%) | 変形ひずみ |
|----|------|------|--------|--------|--------|-------|
| A  | 安山岩  | 2.72 | 0.53   | 57.49  | 6.6    | 0.152 |
| B  | 結晶片岩 | 2.89 | 0.60   | 58.90  | 12.8   | 0.249 |
| C  | 閃緑岩  | 2.72 | 1.14   | 57.82  | 16.2   | 0.228 |
| D  | 石英斑岩 | 2.69 | 0.87   | 56.82  | 7.3    | 0.180 |
| E  | ひん岩  | 2.80 | 0.44   | 58.10  | 7.5    | 0.173 |
| F  | 角閃岩  | 2.93 | 0.58   | 57.78  | 11.9   | 0.204 |
| G  | 硬質砂岩 | 2.73 | 0.38   | 61.18  | 10.1   | 0.207 |
| H  | 硬質砂岩 | 2.73 | 0.56   | 57.53  | 6.8    | 0.160 |
| I  | 硬質砂岩 | 2.69 | 0.78   | 57.49  | 9.4    | 0.191 |
| J  | 硬質砂岩 | 2.73 | 0.36   | 58.29  | 8.2    | 0.161 |
| K  | 玉砕石  | 2.62 | 2.17   | 59.14  | 19.1   | 0.229 |
| L  | 石灰岩  | 2.70 | 0.23   | 58.84  | 28.8   | 0.266 |
| M  | 石灰岩  | 2.70 | 0.34   | 58.28  | 28.2   | 0.264 |

表-2 配合

| 粗骨材の最大寸法(mm) | 水セメント比(%) | 細骨材率(%) | 単位水量(kg) | 混和剤         |
|--------------|-----------|---------|----------|-------------|
| 25           | 28        | 38      | 160      | セメント重量の1.5% |

表-3 圧縮強度および静弾性係数

| 砕石 | 岩質   | 3日強度(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 静弾性係数(kgf/cm <sup>2</sup> )×10 <sup>4</sup> | 7日強度(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 静弾性係数(kgf/cm <sup>2</sup> )×10 <sup>4</sup> |
|----|------|----------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|
| A  | 安山岩  | 592.8                      | 3.81                                        | 624.2                      | 4.12                                        |
| B  | 結晶片岩 | 502.5                      | 3.43                                        | 612.1                      | 3.70                                        |
| C  | 閃緑岩  | 556.5                      | 3.41                                        | 659.1                      | 3.73                                        |
| D  | 石英斑岩 | 584.1                      | 3.58                                        | 711.1                      | 3.94                                        |
| E  | ひん岩  | 595.4                      | 4.04                                        | 637.2                      | 4.32                                        |
| F  | 角閃岩  | 572.0                      | 3.07                                        | 680.3                      | 3.40                                        |
| G  | 硬質砂岩 | 600.0                      | 3.85                                        | 663.4                      | 3.98                                        |
| H  | 硬質砂岩 | 586.1                      | 4.13                                        | 715.5                      | 4.50                                        |
| I  | 硬質砂岩 | 560.5                      | 3.63                                        | 694.7                      | 3.83                                        |
| J  | 硬質砂岩 | 594.3                      | 4.01                                        | 630.1                      | 4.43                                        |
| K  | 玉砕石  | 614.9                      | 3.02                                        | 767.3                      | 3.12                                        |
| L  | 石灰岩  | 616.2                      | 3.99                                        | 771.2                      | 4.21                                        |
| M  | 石灰岩  | 611.4                      | 3.63                                        | 738.3                      | 3.99                                        |

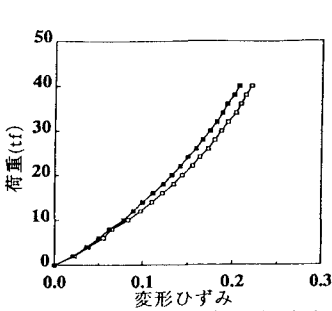


図-1 荷重と変形ひずみ挙動の一例(砕石I)

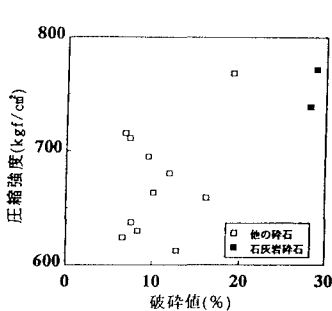


図-2 圧縮強度(材齢7日)と破砕値の関係

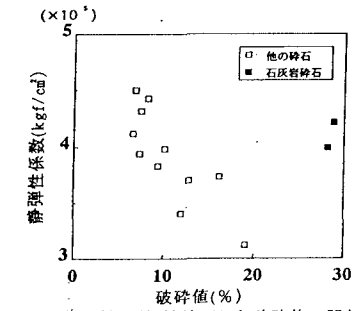


図-3 静弾性係数(材齢7日)と破砕値の関係

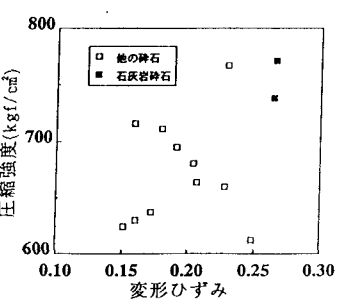


図-4 圧縮強度(材齢7日)と変形ひずみの関係

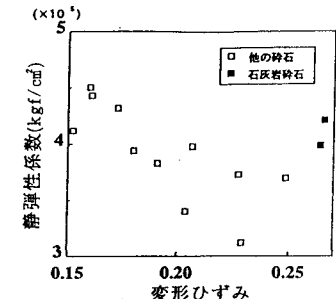


図-5 静弾性係数(材齢7日)と変形ひずみの関係