

骨材の変状に伴うコンクリート物性の変化に関する調査結果

関西電力(株)総合技術研究所 正会員 工藤アキヒコ
 同 上 正会員 ○ 藤 田 修 一
 同 上 伊 神 直 彦
 (株)ニュージェック 中 野 歩

1. はじめに

コンクリート構造物の劣化は一般的には、表面部におけるひびわれの発生あるいは剥離現象等が主であり、コンクリート自体の強度に変化を起こす可能性のあるものではないと考えられる。しかしながら、骨材の劣化等、材料の変質に伴ってコンクリート強度が低下する事例は、あまり報告例がみられない。

筆者らは、表面部の骨材に変状（抜け落ち、あるいは粘土化）が生じているコンクリート構造物(昭和 14 年築造)を調査する機会を得、ボーリングと採取したコアの調査、試験から、コンクリート物性値を評価することができたので、その結果について報告するものである。

2. 調査の概要

調査したコンクリート構造物は幅 3m のピア構造であり、天端から基礎岩盤までコアボーリング（φ 100mm、L=30m）を行った。得られたボーリングコアに対して表 - 1 に示す調査、試験を行い、その変状の範囲や程度を検討した。

表 - 1 ボーリングコアの調査、試験

調査・試験項目	試験内容・数量
コア外観調査	スケッチ、骨材量比判定
比重、吸水率測定	1 4 供試体
圧縮強度試験	1 6 供試体
引張強度試験	7 供試体
せん断強度試験	3 7 供試体
骨材の点載荷試験	2 0 供試体
超音波伝播速度測定	2 3 供試体
動弾性係数測定	2 3 供試体

3. 骨材の変状状況の把握

ボーリングコアの外観調査より、一部の骨材において全体に変色が見られるとともに、脆弱化していることが予想された。脆弱化はモース硬度試験を実施することにより確認することとし、変色した骨材では 1.2 を示し（72 個の平均）変色が見られない大部分の骨材では 7.0 以上を示した。

ここで、コア表面からの調査による骨材岩種の構成比率を図 - 1 に示す。骨材の大部分は流紋岩質溶結凝灰岩であり、天端から 9.2m までの間で前記の変状した骨材（変色および脆弱化）が存在した。この変状が見られた骨材の岩種は偏光顕微鏡観察から凝灰岩と判断され、それ以外の骨材に変状は生じていない。

ピア表面部においても、天端から 9.2m の範囲で骨材の変状あるいは抜け落ち等が見られるとともに、コア（表面部より 1.5m の位置）で骨材変状が観察されることから、この凝灰岩が見られる深度においては、ピア断面で一様に変状していることが想像される。

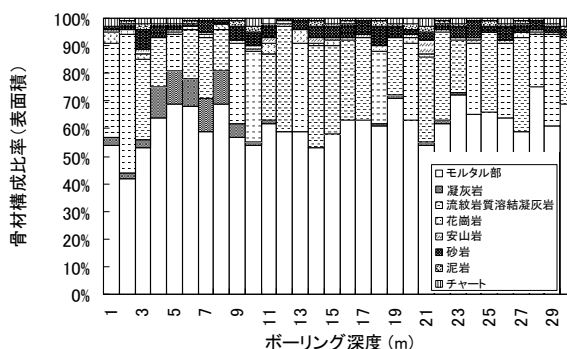


図 - 1 深度別骨材分布状況

表 - 2 材料試験結果

	0 ~ 9.2m	9.2m ~ 30m
密度(g/cm ³)	2.19(10)	2.34(13)
吸水率(%)	9.5(4)	4.8(10)
圧縮強度(N/mm ²)	13.6(8)	26.6(8)
引張強度(N/mm ²)	0.91(2)	1.8(5)
静弾性係数(N/mm ²)	$2.14 \times 10^4(8)$	$2.32 \times 10^4(8)$
動弾性係数(N/mm ²)	$1.58 \times 10^5(10)$	$3.39 \times 10^5(13)$
超音波速度(m/sec)	3,736(10)	4437(13)

() 内は供試体数

キーワード：コンクリート、骨材、変状、圧縮強度

連絡先：尼崎市若王寺 3-11-20, Tel 06-6494-9707, Fax 06-6494-9727

4. 骨材の変状とコンクリート物性値の評価

表-1 に示した試験の結果を、ボーリング深度で 9.2m を境に分類し、平均した値を表-2 に示す。密度、吸水率は、骨材に変状が見られた天端から 9.2m までの範囲では、それ以深に比べて密度で $0.15\text{g}/\text{cm}^3$ 程度小さく、吸水率で 5 % 程度大きかった。力学試験からも同様に、天端から 9.2m までの範囲で圧縮、引張強度がそれぞれ、以深の 1/2 程度であった。

図-2 には、変状した骨材の供試体中に占める容積率(図-3)と圧縮強度の関係を示す。得られたコアにおける変状した骨材の容積率は 20% 以下であったが、その範囲で両者の関係はほぼ直線関係で表された。

図-4 には、変状した骨材と健全な骨材(流紋岩質溶結凝灰岩)で行った点載荷試験の結果を示す。両骨材とも、各 10 供試体に対して試験を行った。破壊荷重と断面積の相関係数は、変状した骨材で 0.67、健全な骨材で 0.87 であり、相関が認められた。変状した骨材においても相関が認められたことから、各供試体での変状による強度低下が、骨材の寸法に関わらず同程度である可能性が示された。試験結果を整理して得られる点載荷強度 $I_s(50)$ は、変状した骨材で $0.8\text{N}/\text{mm}^2$ 、健全な骨材で $16\text{N}/\text{mm}^2$ と、変状した骨材では健全な骨材のほぼ 1/20 であった。

5. 調査結果の考察

今回実施した調査結果より、以下のことがわかる。

- (1) コア中の変状した骨材の容積比率は 0 ~ 20% の範囲であったが、容積比率とコア圧縮強度の間には強い相関関係が見られる。
- (2) 変状した骨材の点載荷試験から、破壊荷重と断面積の間に相関関係が認められる。
- (3) 骨材強度は一定であり、コンクリート中には健全な凝灰岩が見られないことから、粒径、位置に関わらず変状は一樣であると思われる。

今後の骨材変状の進行およびコンクリート物性値の低下はない可能性が高いが、その確認も含め、ここで報告した骨材変状の要因を究明するものとし、a)変色が見られることから酸化による骨材の変状 b)コンクリート中のアルカリ環境による骨材の変状 c)変状した骨材の使用 等の観点で検討を進める。

6. おわりに

一般に、骨材に起因する劣化は、骨材、セメントおよび水の化学的な反応(アルカリ骨材反応等)、骨材の物理的な反応(凍結融解等)によるものが大半である。しかし、ここで調査した骨材の変状はこれらとは異なり、またその変状がコンクリートの物性値に直接影響を与えるものである。ここで報告した劣化現象は特異なものではあるが、骨材の変状がコンクリートに及ぼす影響の一事例とし参考になれば幸いである。

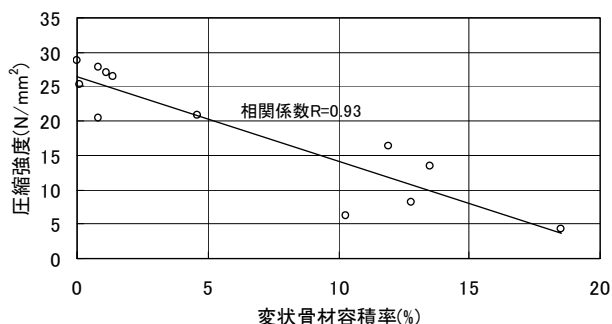


図-2 変状した骨材の容積率と圧縮強度の関係

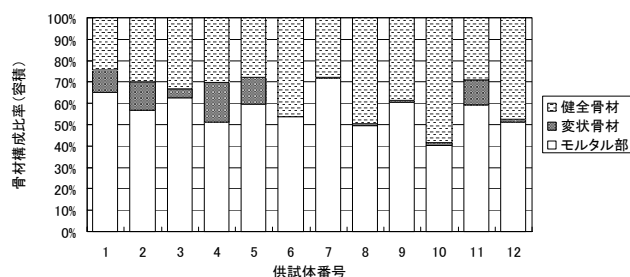


図-3 供試体に占める変状した骨材の容積率

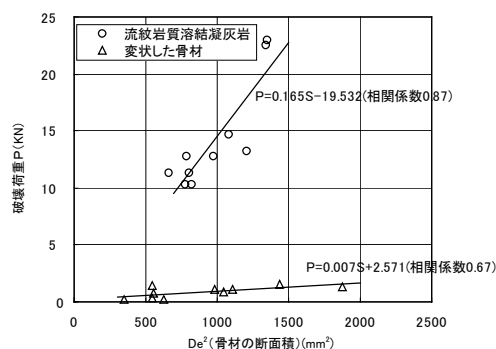


図-4 骨材の点載荷試験結果