

油に浸漬した粗骨材を用いたコンクリート供試体における圧縮載荷時の AE 特性

岐阜大学 学生会員 ○内田慎哉, 山口佳祐, 正会員 鎌田敏郎, 六郷恵哲
日建設計シビル 正会員 川満逸雄

1. はじめに

近年、常に鉱物油に曝されるプレス機の基礎コンクリートにおいて、材料劣化が確認される例が顕在化している¹⁾。このような事例は、鉱物油によるコンクリートの材料劣化が生じる可能性を示唆するものであり、この種の劣化の機構を解明することは急務と考えられる。

そこで本研究では、劣化機構を解明するための基礎研究として、鉱物油に浸漬された粗骨材を用いたコンクリートを作製した。実験では、一軸圧縮載荷試験を行い、圧縮強度および静弾性係数を算定するとともに、AE 法による圧縮破壊性状の評価を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体

直径 100mm、高さ 200mm の円柱供試体を作製した。作製にあたっては、粗骨材の表面が油で覆われていることが前提となるため、吸水率の高い人工軽量粗骨材を使用して、以下に示す手順によってこれを作製した。まず、骨材を 105℃ の乾燥炉にて重量が一定となるまで乾燥させた。続いて、乾燥させた粗骨材は直ちに鉱物油に浸し、骨材重量の増加が緩やかとなるまで油に浸漬させた。本研究では、この粗骨材を用いて作製した供試体を「油あり供試体」と呼ぶ。また比較用に、油に浸漬されていない人工軽量粗骨材を用いた「健全供試体」も作製した。表-1 に配合を示す。

2.2 一軸圧縮載荷試験

一軸圧縮載荷は、油圧式試験機を用いて行い、圧縮強度を算定した。供試体の側面中央部の 2 箇所には、写真-1 に示す位置にひずみゲージを貼り、静弾性係数を算出した。

2.3 AE 計測

圧縮載荷時における AE 計測概要を写真-1 に示す。AE センサ（150kHz 共振型）は、写真に示す 2 箇所の位置にそれぞれ設置した。センサにて検出された AE 信号は、AE 計測装置に記録した。

2.4 断面観察

載荷によって発生したひび割れの量を評価するため、画像解析による断面観察を行った。断面観察用供試体は、供試体高さ方向にダイヤモンドカッターで切断して作製した。画像解析を行うにあたり、まず、供試体の切断面を赤インクにより染色した。続いて、染色面をグラインダーにより

研磨し、ひび割れ部分を浮き出させた。その後、インク染色面を写真に撮り、染色されている部分を定量的に把握するため二値化を行い、切断面の全断面積に対する染色部分の比率（これ以降、ひび割れ面積比とする）を算出した。

3. 結果と考察

3.1 圧縮強度および静弾性係数による検討

圧縮強度および静弾性係数を図-1 に示す。圧縮強度は、供試体内部の油の存在により、著しく低下していることがわかる。しかも、健全と油あり供試体の間で、約 2 倍の差が生じている。この強度低下は、鉱物油が原因と考えられる。非圧縮性流体である油は、加えられた応力の伝達性能が非常に良いため、これがひび割れを進展させる要因となり、圧縮強度が低下したものと考察できる。これに対して静弾性係数は、油の存在により低下する傾向を示しているものの、低下程度は圧縮強度と比較して小さい。

3.2 AE 計測による検討

(1) 累積 AE 発生数による評価

図-2 に圧縮載荷中に得られた累積 AE 発生数比と破壊荷重に対する荷重の割合（荷重レベルと呼ぶ）との関係を示す。図に示す累積 AE 発生数比とは、各荷重レベルでの累

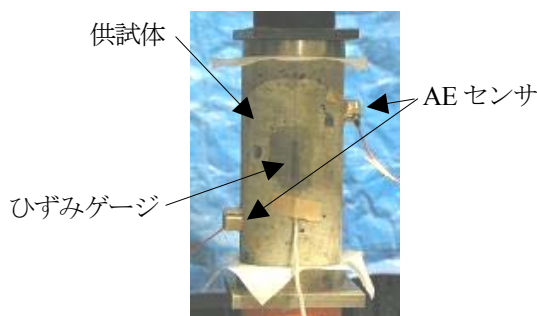


写真-1 一軸圧縮載荷および AE 計測概要

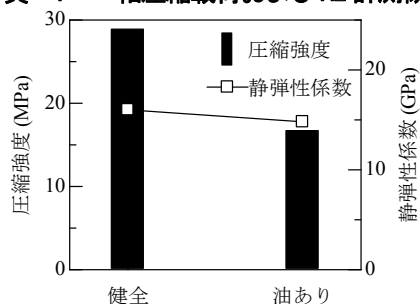


図-1 圧縮強度および静弾性係数

表-1 コンクリートの配合

供試体名	Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	W (kg)	C (kg)	S (kg)	Vg* ¹ (l)	Vg* ² (l)	Ad (ml)
健全供試体	15	50	44	176	352	754	370	0	1408
油あり供試体	15	50	44	176	352	754	0	370	1408

*1: 油に浸漬していない粗骨材の絶対容積

*2: 油に浸漬した粗骨材の絶対容積

キーワード 鉱物油, 圧縮破壊性状, 非破壊試験法, AE 法, 画像解析

連絡先 〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科 TEL058-293-2470

積 AE 発生数を荷重レベル 100%の時点における累積 AE 発生数により除した値である。なお、載荷初期における供試体と載荷盤との摩擦によって生じる AE を除去するため、荷重レベル 20%までに発生した AE を発生数にカウントしなかった。いずれの場合も、荷重レベルの増加に対する AE 発生数の増分は、終局破壊近傍では急激に大きくなっている。しかもこの傾向は、健全供試体において特に顕著になっている。これに対して、低荷重レベルでは、油あり供試体の方が、発生数比がより大きくなる傾向を示した。粗骨材が油で覆われている場合、油の圧縮率が極めて小さいため、粗骨材の近傍において体積変化が生じる。この体積変化に伴い、粗骨材近傍にひび割れが生じる。これにより、低荷重レベルにて AE の発生頻度が増加したと考察できる。

(2) AE 活性度による評価

図-2に示した累積 AE 発生数比と荷重レベルの関係を定量化するため、コンクリートの圧縮破壊過程²⁾に基づく以下の解析を行った。すなわち、荷重レベル 20 から 40%においては、粗骨材とモルタル界面の遷移帯にて微小なひび割れが発生し始める。この領域を便宜的に第 1 段階と定義した。続いて、遷移帯に発生した微小なひび割れが遷移帯にて増加するとともに、モルタルにも微小ひび割れが形成され始める領域を荷重レベル 40 から 80%とし、これを第 2 段階とした。第 2 段階以降から荷重レベル 100%までの間を第 3 段階とする。各段階において、荷重レベル 1%の増加に対する累積 AE 発生数比の増分を算出した。得られた値を各段階で平均し、これを本研究では AE 活性度と定義した。

図-3に各段階における AE 活性度を示す。図によれば、第 1 および第 2 段階において、油の存在により、AE 活性度は大きくなっている。しかしながら、第 3 段階では、健全供試体の方が AE 活性度が明らかに大きい。第 1 段階に着目すると、健全供試体における AE 活性度が、油あり供試体のそれと比較して、約 8 倍も小さくなっている。これは、コンクリートの圧縮破壊過程を考慮すると、遷移帯における微小ひび割れの発生と対応しており、油によって微小ひび割れが増加し、活性度が大きくなったと考えられる³⁾。続いて、第 2 段階における活性度も、健全および油あり供試体とでは、約 3 倍も異なっている。これより、遷移帯においてひび割れがさらに促進され、かつモルタル部分へと微小ひび割れが進展した可能性が考えられる。

3.3 画像解析による断面観察

第 2 段階で発生したひび割れ程度を把握することを目的に、荷重レベルが 40 および 80%まで載荷した後、除荷した供試体を対象に画像解析を行った。表-2に各供試体におけるひび割れ面積比を示す。いずれの場合も、載荷レベルが 80%のひび割れ面積比が、40%のそれと比較して大きくなっている。このことから、荷重レベルが 40%増加することにより、微小ひび割れがさらに発生したことがうかがえる。さらに、各供試体における荷重レベル 80%と 40%の差は、油ありのものが、健全と比べて 1.5 倍程度大きい。これより、粗骨材周りの鉱物油により、微小ひび割れの発生が促進されたと考えられる。

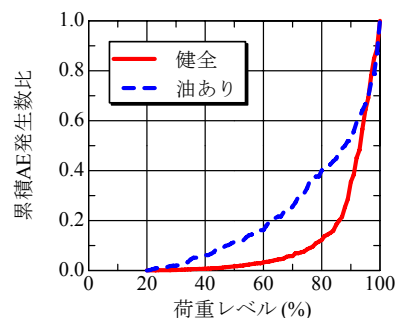


図-2 累積 AE 発生数比

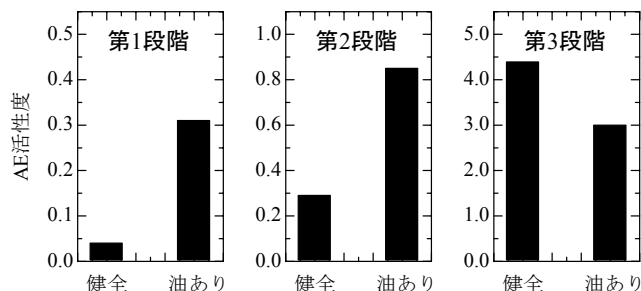


図-3 AE 活性度

表-2 ひび割れ面積比

供試体名	荷重レベル		差
	40%	80%	
健全供試体	22.4	32.3	9.9
油あり供試体	26.9	41.6	14.7

4. まとめ

以下に、本研究で得られた結論を示す。

- 1) 油の存在により、圧縮強度および静弾性係数が低下することが確認できた。
- 2) 粗骨材周辺の油の存在がコンクリートの圧縮破壊に与える影響を把握するためには、累積 AE 発生数比および AE 活性度に着目するのが有効と考えられる。
- 3) 荷重レベル 20%から 40%における AE 活性度から、粗骨材周辺の油の存在により、遷移帯における微小ひび割れが発生しやすくなることが明らかになった。
- 4) 荷重レベル 40%から 80%における AE 活性度は、画像解析により評価したひび割れ発生状況と良い対応を示した。この荷重レベルの範囲でも、油で覆われた粗骨材の使用が圧縮破壊の進行に与える影響を把握できた。

参考文献

- 1) 川満逸雄, 鎌田敏郎, 内田慎哉: 潤滑油に曝されるコンクリート構造物における劣化事例, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, 2006 (投稿中)
- 2) J. Glucklich: *Proceedings of a Conference on the Structure of Concrete*, Cement and Concrete Association, Wexham Springs, Slough, U. K., pp.176-189, 1968
- 3) 長滝重義, 大即信明, 鎌田敏郎, 岩波光保, 黒坂 基: AE 法によるコンクリートの品質評価に関する基礎的研究, セメント・コンクリート論文集, No.49, pp.546-551, 1995