高強度人工軽量骨材の吸水特性に関する検討

太平洋コンサルタント　正会員　赤塚久修　　太平洋コンサルタント　正会員　曾根徳明
太平洋セメント　甲斐智明　　太平洋セメント　加藤将裕

1．はじめに

近年，石炭火力発電所から産出される石炭灰の有効利用の観点から石炭灰を主原料とした高強度人工軽量骨材（ＦＡ骨材）が開発された[1]．ＦＡ骨材は，JSCE-C　101 に適合し，吸水率が 3％以下と比較的小さく，従来の軽量骨材よりも砕石に近い吸水特性を有する．ＦＡ骨材の吸水特性については，いくつか報告[2]されているが，十分に把握されていないのが現状である．そこで，本文では，各種要因がＦＡ骨材の吸水特性に及ぼす影響について検討した．

2．実験概要

実験に用いた粗骨材は，表-1 に示す品質を有するＦＡ骨材である．試験開始時の試料の含水状態は絶乾とした．

表-1　ＦＡ骨材の品質

試料名	絶乾密度 (g/cm^3)	24時間吸水率 (%)	最大寸法 (mm)	粒度分布 通過質量百分率(%) 25	20	15	10	5	2.5
FA骨材	1.92	2.22	20	100	100	66	35	1	0
JSCE-C 101	2以下	3以下		100	90-100	-	20-55	0-10	-

本加圧吸水試験は，(1)定圧：定圧下の吸水特性(所定時間 5MPa で加圧持続後に除圧)，(2)変動圧：変動圧下の吸水特性(ポンプ圧送を想定・所定時間加圧（5MPa）・除圧工程の繰り返し)の条件について実施した．また，比較のため常圧環境下におけるＦＡ骨材の吸水特性試験も実施した．

なお，本実験では，試験後のＦＡ骨材の吸水状態を調査するために，試験水にコンクリート中のひびわれの観察に使用される蛍光探傷液を用いて，ＦＡ骨材の吸水性状を観察した．

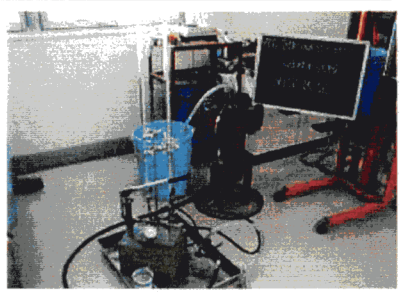

図-1　加圧吸水試験装置

加圧試験に用いた加圧吸水試験装置は，図-1 に示すとおり，圧力計および水位計が設置されており，加圧時および除圧時における骨材への吸水性状を経時的に計測できる．加圧試験は，加圧直前における試料の吸水状態を統一するために，試料が水と接触してから 10 分後に加圧を開始した．

なお，本文では，吸水率とは，絶乾状態の試料質量に対する吸水量の百分率（加圧試験では，加圧前 10 分間吸水率(1.78%)と加圧により吸水した分の吸水率との合計）である．また，放水率とは，絶乾状態の試料質量に対する除圧後の骨材内部からの放水量の百分率（加圧終了時の吸水率と除圧後の吸水率の差）である．

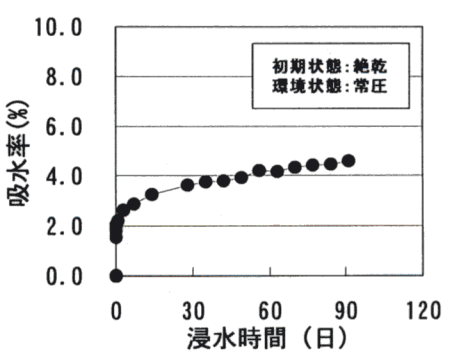

図-2　常圧環境下での吸水特性

3．実験結果

常圧環境下におけるＦＡ骨材の吸水特性を図-2 に示す．図-2 に示すように，常圧環境下における吸水率は，浸水時間の経過に伴い増大し，浸水期間 91 日程度で大略，一定となる．浸水期間 91 日の吸水率は，4.59％であり，24 時間吸水率（2.22%）に対して 2.1 倍程度である．しかし，ＦＡ骨材は，長期間浸水しても通常の人工軽量骨材と比較して吸水率が著しく小さい．

一方，定圧(5MPa)で 15 分加圧しその後除圧した場合のＦＡ骨材の吸水放水特性を図-3 に示す．図-3 に示すように，加圧時の吸水率は，時間経過と伴にわずかに増大し 15 分程度で収斂し，加圧時の最大吸水率は，7.05％である．この値は，常圧環境下での 24 時間吸水率（2.22%）および 91 日吸水

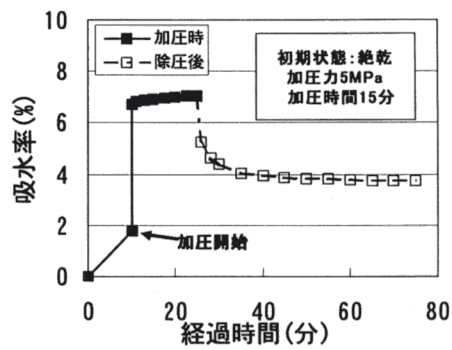

図-3　定圧下での吸水特性

キーワード：石炭灰，高強度人工軽量骨材，加圧吸水特性

〒285-8655　千葉県佐倉市大作 2-4-2　太平洋コンサルタント　TEL043-498-3911　FAX　043-498-3919

率(4.59%)に対してそれぞれ，3.2 倍および 1.5 倍程度である．

一方，加圧 15 分後に除圧した場合の放水率は，除圧後 50 分程度で一定となる．最大放水率は，3.33％である．すなわち，このことはポンプ施工などの加圧環境下でＦＡ骨材を用いる場合には，通常の人工軽量骨材と同様に加圧吸水および除圧放水がフレッシュコンクリートに及ぼす影響の考慮を要する場合もあることを示している．

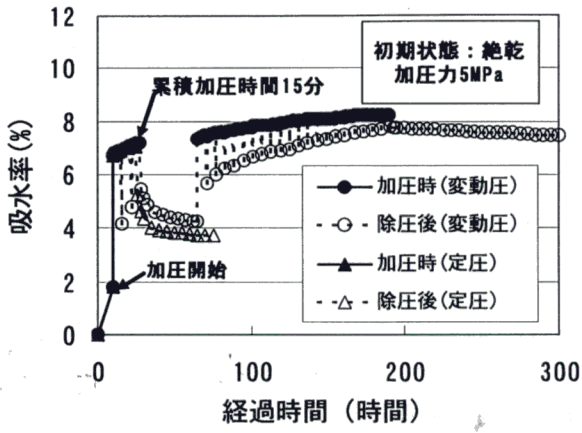

図-4　変動圧下での吸水特性

上述，加圧吸水特性について更に詳細に検討するため，実際のコンクリートポンプ施工を想定した変動圧下における吸水特性について検討した．すなわち，5 分間加圧(5MPa)，1 分間除圧(0MPa)の工程を 3 回繰り返した場合(上述，定圧における試験と加圧時間の合計，すなわち，累積加圧時間を 15 分と同一とした)の経時的な吸水率を計測した．なお，累積加圧時間 15 分後の除圧時間は，放水収斂までとした．試験結果を図-4 に示す．

図-4 に示すように，累積加圧時間 15 分における加圧吸水率は，変動圧および定圧でそれぞれ，7.16％および 7.05％であり，加圧条件が相違しても大差ない．しかし，累積加圧時間 15 分経過後の最大放水率は，変動圧および定圧でそれぞれ，2.9％および 3.3％であり，変動圧の方が小さく，換言すれば，除圧後の残存吸水率は変動圧の方が大きい．

図-4 に示すように，上述，変動圧下における加圧吸水試験を実施した試料について，上述と同様の加圧・除圧工程を，更に 21 回（上述，試験と合計し 24 回）繰り返した．図に示すように，加圧時吸水率は，加圧・除圧回数の増加に伴い増大し，24 回程度で収斂し，最大吸水率は 8.22％であり，定圧のそれと比較して 1.2％程度増加する．すなわち，ＦＡ骨材の加圧時最大吸水率は，変動圧の方が定圧よりも増加する．

一方，放水率は，加圧・除圧工程回数の増加に伴い減少し，加圧時吸水率が収斂した時点では放水率は 0.76％であり，定圧のそれよりも 2.6％程度小さい．すなわち，変動圧(加圧・除圧工程を繰り返す)の場合には，加圧時吸水率が収斂すれば除圧後の放水は殆ど認められなくなる．これは，変動圧下と定圧下では，ＦＡ骨材の吸水性状が相違することを示唆している．

したがって，加圧環境下でのＦＡ骨材の吸水特性に関する報告は，定圧によるものが殆どであるが，ポンプ施工を想定した加圧環境下におけるＦＡ骨材の吸水特性には，上述のような，変動圧の影響を考慮する必要がある．

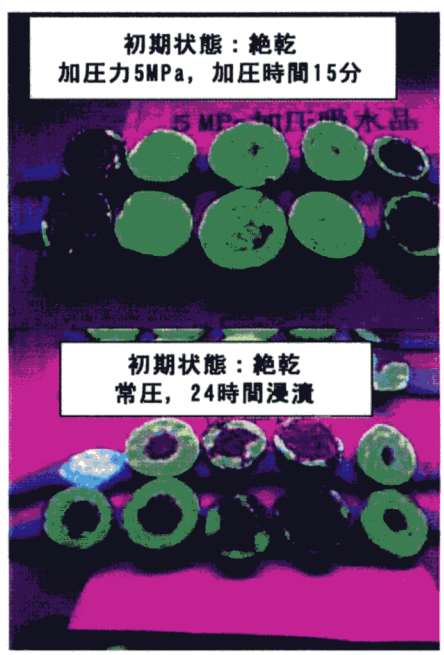

図-5　ＦＡ骨材の吸水状況

図-5 は，ＦＡ骨材を蛍光探傷液中で加圧吸水および常圧吸水（24 時間）処理後の粒子の断面写真である．粒子中の緑色（明るい）部分は蛍光探傷液が浸透した部分である．図に示すように，粒子ごとに変動はあるものの常圧吸水試料は，表層より粒子径の半分程度の領域まで浸透しているのに対して加圧吸水試料は，大半が粒子全体に浸透しており，加圧環境下では粒子中心付近の空隙まで吸水が進行することが確認できた．

４．まとめ

①常圧環境下でのＦＡ骨材の吸水は，浸水期間の増大に伴い増加し，浸水期間 91 日程度で大略，一定となる．

②加圧環境下でのＦＡ骨材の加圧時の吸水は，変動圧の方が，定圧よりも大きい．

③加圧環境下でのＦＡ骨材の除圧後の放水は，変動圧の方が，定圧よりも小さい．

④ＦＡ骨材は，加圧環境下では粒子中心付近の空隙まで吸水が進行する．

【参考文献】1)曽根徳明：石炭灰を主原料とした高強度人工骨材，コンクリート工学，vol.36，No.12，pp3-10，1998

2)森下，曽根，倉内：高強度人工骨材の吸水特性と評価方法の提案，セメント技術大会講演要旨，pp76-77，2000