

水代替とした高吸水性樹脂の性質とモルタルおよび コンクリートに及ぼす影響に関する実験研究

日大生産工(院) ○新澤 光 日大生産工 澤野 利章
日大生産工 水口 和彦 日大生産工 野口 博之

1. はじめに

我が国では多くの土木構造物にコンクリートが使用されている。これはコンクリートが高い圧縮強度を有し、化学的、物理的性質および耐久性に優れているからである。一方、コンクリートの作製には水が不可欠である。災害の復旧や周辺インフラの整っていない場所においてコンクリートの練り混ぜを現場で行う場合に、資材の運搬、搬入が困難となる場合が考えられる。そこで、コンクリート材料としての水の運搬性を向上させることを目的とし、高吸水性樹脂の利用について実験を行う。高吸水性樹脂は自重の数十～数百倍の水を吸収する能力を有した樹脂であり、一般的には紙おむつや保冷剤、芳香剤、簡易トイレ用の凝固剤などに使われ様々な分野で使用されている。高吸水性樹脂に水を吸収させることで、水が液体からゲル状に状態変化し、扱い方の幅が広がることで、運搬性が向上する。

本研究では、水を高吸水性樹脂に吸収させて得られるゲル状となった水の性質および、ゲル状の水をモルタルおよびコンクリートの練り混ぜに用いることにより高吸水性樹脂が圧縮強度に及ぼす影響について実験、考察することとする。

2. 実験概要

高吸水性樹脂はCP-1を使用する。主成分はアクリル酸ナトリウム重合体であり、純水で自重の約500倍、水道水で約300倍の水が吸水可能な粉末状の樹脂である。吸水後はゲル状となる。一旦、吸水すると離水しにくい性質を持つ。本研究では高吸水性樹脂と水道水を混ぜ、しばらく静置して吸水させたものを使用する。高吸水性樹脂に水を吸収させる比率を、樹脂：水＝1g：150g, 1g：300g, 1g：500gとしたものを

表1 乾燥後の残量

	乾燥前	48時間後
150倍	100g	0.5g
300倍	100g	0.3g
500倍	100g	0.2g

それぞれ、150倍、300倍、500倍と称することとする。

高吸水性樹脂が水の吸収、乾燥に伴って樹脂量に変化が生じないことを確認するために、本実験で使用した各倍率の高吸水性樹脂100gを定温乾燥器で48時間乾燥させた後の残量物の重量を測定した。その結果を表1に示す。150倍では0.5g, 300倍で0.3g, 500倍で0.2gの残量物となった。残量物の重量の違いは、100gあたりの高吸水性樹脂の含有量の違いであり、含まれているはずの樹脂量が乾燥後に残っていることが確認できた。乾燥させても樹脂量にほとんど変化はなく、高吸水性樹脂は水の吸収、乾燥に伴う樹脂量の変化がほとんどないことが確認できた。

吸水倍率の違いが流動性に及ぼす影響について調べるために、水を吸収した高吸水性樹脂の流動性に関する実験を行う。また、モルタル、コンクリートの練り混ぜに水の代替として吸水した高吸水性樹脂を用いた場合に練り混ぜ状態および圧縮強度に及ぼす影響に関する実験を行う。

3. 実験方法

3.1 流動性に関する実験

容器として直径 50mm, 高さ 100mm のサミットモールド缶を使用する。高吸水性樹脂 150 倍, 300 倍, 500 倍のものに加え対比として豊浦標準砂と山砂でも実験を行う。各材料を容器に満たし突き固めた後にゴムマットを上

Experimental Study on the Properties of Super Absorbent Polymers and the
Effect of Mixing Super Absorbent Polymers on Mortar and Concrete

Hikaru SHINZAWA, Toshiaki SAWANO, Kazuhiko MINAKUCHI and Hiroyuki
NOGUCHI

からかぶせて口を塞ぎそのままひっくり返して口をさかさまにし、平面に垂直に押し付ける。その状態からゆっくりと容器を垂直に引き上げ10分間静置した後、崩れた材料の直径、高さ、角度を測定し流動性を評価する(図1参照)。

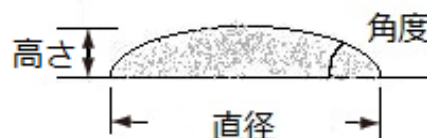


図1 流動性に関する実験の計測方法

3.2 圧縮強度試験

供試体3本分の配合を表2に示す。各供試体作製には、セメントは普通ポルトランドセメントを用い、型枠はモルタル供試体に直径50mm、高さ100mm、コンクリート供試体に直径100mm、高さ200mmのサミットモールド缶を使用する。水セメント比は50%とし、モルタルおよびコンクリートは、水道水のみを使用する場合と、あらかじめ水を吸収させておいた高吸水性樹脂を水に置き換えて使用する場合で作製する。高吸水性樹脂の150倍、300倍、500倍と高吸水性樹脂を含まない水道水のみを含めて4種類の供試体を作製し比較する。モルタル供試体、コンクリート供試体は脱型後水中養生し、それぞれ7日、28日強度を測定する。モルタル、コンクリート供試体は、JIS A 1108に則り一軸圧縮試験を行う。また、供試体作製段階での練り混ぜ状態についての観察も行う。

表2 供試体配合(3本分)

	セメント(g)	細骨材(g)	粗骨材(g)	水または高吸水性樹脂(g)
モルタル	600	600	12000	300
コンクリート	4000	9000		2000

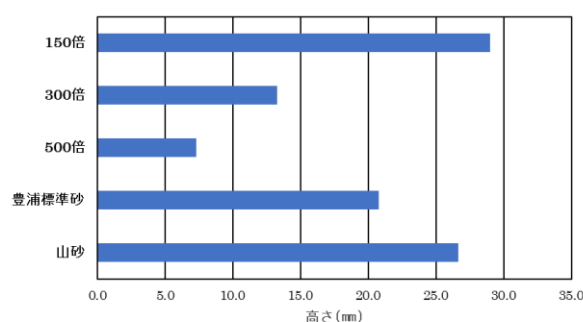


図2 流動性実験結果(高さ)

4. 実験結果および考察

4.1 流動性に関する実験結果

流動性に関する実験による直径、高さ、角度の計測結果をそれぞれ図2, 3, 4に示す。また、各材料の流動性の様子を写真1に示す。150倍が最も流動性が低く、容器から出した時の形が、ほぼ固まった状態で残った。500倍のものと比較すると直径では、ほぼ1/2、高さと角度では3倍近くになっており流動性が小さくなっている。150倍は豊浦標準砂や山砂と比較してもすべての値でより流動性が低いといえる結果となった。300倍は150倍、500倍と比較すると平均的な値を示しており、豊浦標準砂や山砂と同程度の値となった。そのため豊浦標準砂や山砂と同程度の流動性であり、流動性のみでいえば豊浦標準砂や山砂と同程度の運搬性であると考えられる。500倍は流動性が大きく、水を吸収しきれていないため、最も水に近い性質になった。これは、本実験で使用した高吸水性樹脂CP-1が最大で自重の約300倍までの吸水能力を有するために、500倍では限界まで水を吸収した樹脂と、吸収しきれなかった水とが混ざり合っ

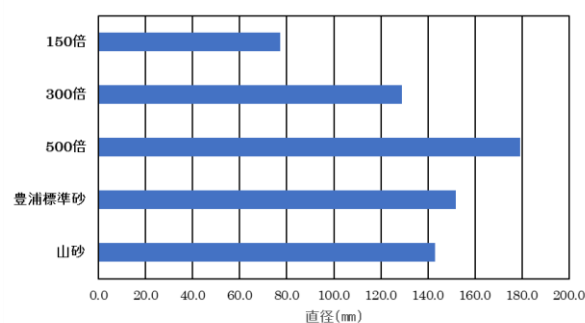


図3 流動性実験結果(直径)

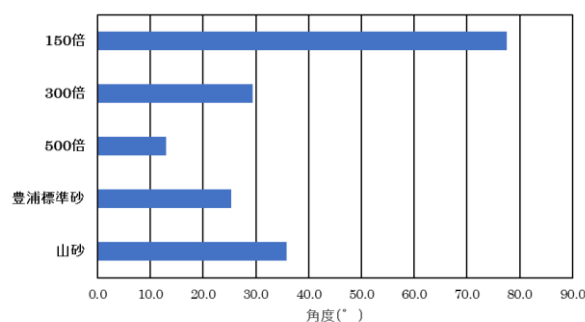


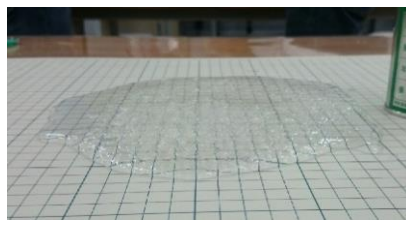
図4 流動性実験結果(角度)



(a)150 倍



(b)300 倍



(c)500 倍



(d)山砂



(e)豊浦標準砂

写真 1 流動性の様子



(a)練り混ぜ途中



(b)練り混ぜ後

写真 2 練り混ぜ状態

た状態となりこの結果となった。今回の実験では、倍率が低くなるほど流動性は低くなっており、流動性のみでいえば倍率が低いほど運搬性が向上するといえる。

4.2 圧縮強度試験結果

(1)練り混ぜ状態の観察

最も流動性が低く、形を保ったままほとんど固まった状態となった150倍で練り混ぜを行ったモルタル作製時の写真を写真2に示す。練り混ぜを行うと樹脂を中心にセメントがまとわりつき、いくつかの塊ができる(写真2(a))。しばらくこの状態が続くが練り混ぜを継続するとペースト状に変化し高吸水性樹脂を含まない水道水で練り混ぜた場合と同程度の状態となった(写真2(b))。これは混ぜ続けることで次第にセメントが高吸水性樹脂内に含まれる水を逆に吸収していったためと考えられる。

(2)圧縮強度

モルタルの7日強度を図5、28日強度を図6に示す。高吸水性樹脂の倍率ごとに7日強度のデータをA～C、28日強度のデータをD～Fと表記する。図5、6より、モルタルに高吸水性樹脂を混ぜた場合、その倍率に関わらず水道水を用いたものと比較して圧縮強度に大きな差は生じていない。次にコンクリートの7日強度を図7、28日強度を図8に示す。図7、8より、コンクリートもモルタルと同様に高吸水性樹脂の倍率に関係なく、水道水を用いたものと比較して圧縮強度に大きな差は生じていない。モルタル、コンクリートどちらに対しても全体量と比較すると樹脂量が微量であるため高吸水性樹脂による影響が少なく、強度には差が出ないと考えられる。150倍でも他と強度差がほとんど見られないことから、運搬性をさらに上げるために150倍よりも倍率を低くすること

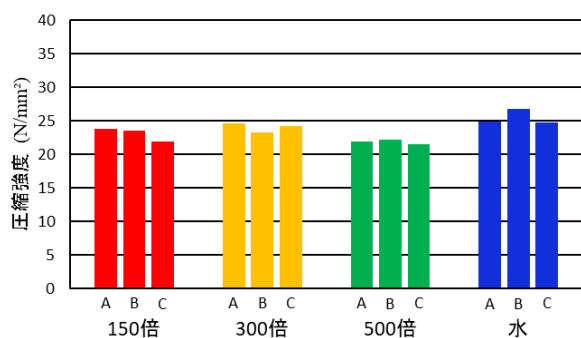


図5 モルタル (7日)

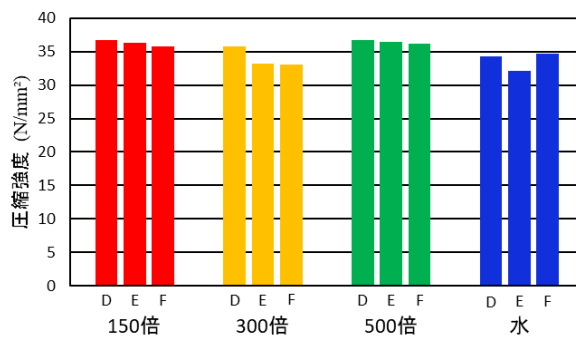


図6 モルタル (28日)

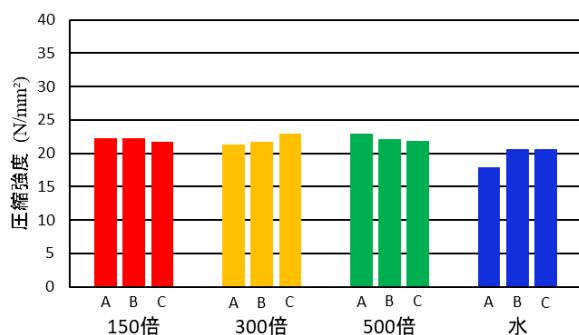


図7 コンクリート (7日)

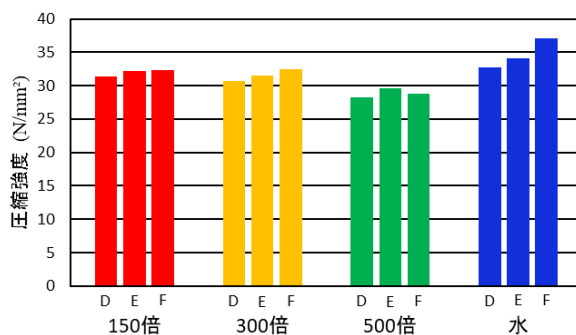


図8 コンクリート (28日)

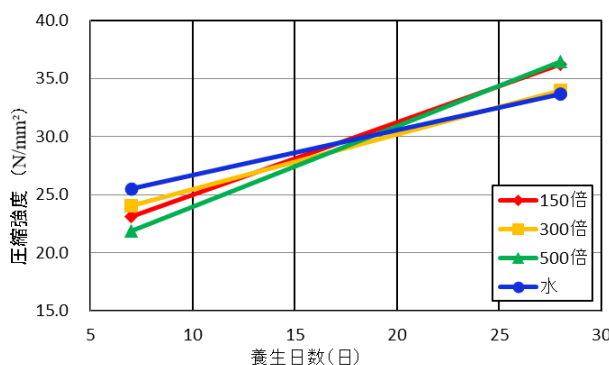


図9 モルタルの材齢と強度

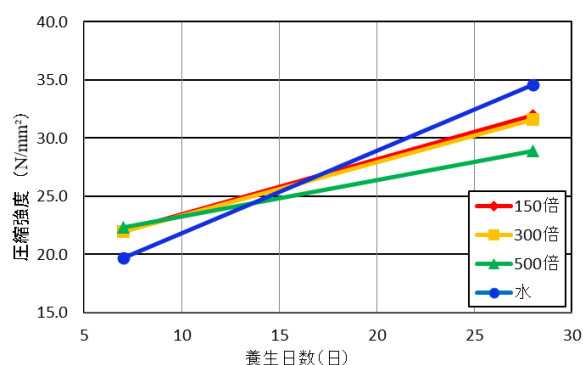


図10 コンクリートの材齢と強度

がある程度可能であると考えられる。さらに、モルタルおよびコンクリートの倍率ごとの7日強度A～Cの平均値と、28日強度D～Fの平均値を用いて、材齢による圧縮強度を比較して図9, 10に示す。モルタルおよびコンクリートの材齢による強度の伸び方にも高吸水性樹脂含有の有無や、倍率の違いによる大きな差はみられず、材齢に対する高吸水性樹脂の影響も少ないことが確認できる。

5. まとめ

(1)高吸水性樹脂で吸水した水は、倍率が低いほど流動性が低く、流動性のみでいえば、倍率が低いほど運搬性が良くなる。

(2)高吸水性樹脂の300倍は、豊浦標準砂や山砂と同程度の流動性となり、流動性でみると豊浦標準砂や山砂と同じ程度の運搬が可能であると考えられる。

(3)通常の水での作製に比べ、高吸水性樹脂を用いることで若干練り混ぜに時間がかかる。

(4)高吸水性樹脂を用いたことによる圧縮強度への影響は、ほとんど見られないことから高吸水性樹脂は水と同等に用いることが可能であると考えられる。

(5)倍率による圧縮強度の差もほとんどみられないため、樹脂の割合を増やし、ある程度は倍率を下げ、水の流動性を低下させることで運搬効率を上げることも可能であると考えられる。