

Some Properties of Slag Cement Concrete Using Polypropylene Polymer Emulsion

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Kawamura, Mitsunori, Koizumi, Toru, Hasaba, Shigemasa メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00011691

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



ポリプロピレン系ポリマー高炉セメントコンクリートの諸性質

川村 満紀*, 小泉 徹**, 栂場 重正***

Some Properties of Slag Cement Concrete Using Polypropylene Polymer Emulsion.

Mitsunori KAWAMURA, Toru KOIZUMI and Shigemasa HASABA

Slag cement concrete has the great resistance against chemical erosive action. Recently, we have been using much slag cement for the construction of ocean concrete structures. Polymer is mixed into slag cement concrete to improve its physical properties.

In this paper, we report a few results of the experiments carried out to clarify the characteristics of polymer slag cement concrete using polypropylene polymer emulsion. The major results obtained are as follows ;

- (1) The polymer slag cement concrete using polypropylene polymer emulsion has a great water-reducing effect, as ordinary portland cement concrete with the polymer emulsion does.
- (2) The durability of the slag cement concrete is improved by the addition of the polypropylene polymer emulsion.

1. ま え が き

ポリマーセメントコンクリートは、セメント、ポリマー、水、骨材を混合して得られる材料であり、ポリマーとセメントの2つの活性成分を含む点に大きな特徴がある。セメントは水と反応して硬化体を作り、ポリマーは脱水乾燥により接着性のあるポリマーフィルムを形成し、相互にその性質を補いあっている。ポリマーセメントコンクリートは普通コンクリートに比べて、曲げ、引張強度、およびたわみ性が相当に大きく、古いコンクリート面などへの接着性、防水性、耐摩耗性、耐薬品性に非常にすぐれていることが報告されている¹⁾。

従来、ポリマーセメントコンクリートに用いられるセメントは普通ポルトランドセメントが一般的であり、他種のセメントを使用した例はほとんどないようである。

高炉セメントは、初期強度の発現は遅れるものの、

水和熱の発生が少なく、また化学抵抗性が大きいことより、マスコンクリートや海洋コンクリート構造物、またはその他の化学的侵食を受ける構造物に適し、海洋土木工事の増加にともない、その使用量は多くなると思われる。

本研究は普通セメントを使用したコンクリートの物性改善に有効であるポリマー NP^{2),3)} (主成分ポリプロピレン) を更に高炉セメントを使用したコンクリートに混入し、その物理的性質の向上について検討を加えようとするものである。

2. 使用材料 配合 実験方法

高炉セメントを使用したポリマーセメントコンクリートの諸性質を明らかにするため、使用セメントの種類を普通ポルトランドセメント (N社製、比重3.15)、高炉セメントA種 (S社製、比重3.04)、同C種 (同、比重2.98) の3種類とした。

* 複合材料応用研究センター

** 石川高専

*** 土木工学科

使用骨材は、細骨材は石川県手取川産川砂（比重 2.57, 吸水率 2.2%, F.M 3. 13）。粗骨材は同玉碎石（比重 2.60, 吸水率 2.8%, 最大寸法 25 mm）であり、いずれの粒度分布も、土木学会のコンクリート用骨材の範囲内のものである。

配合は、いずれのセメント種別に対しても、単位セメント量を 300, 350, kg/m^3 とし、 s/a は 45%, と一定のもとで、単位水量を変化させた。ポリマーはセメント重量に対して、ポリマー固形分量が 3%, 5% となる量を外割で混入した。ポリマーは水道水に溶かし、これを混練水とした。

行なわれた試験は、(1)スランブ試験 (JISA 1101), (2)空気量試験 (JISA 1118), (3)圧縮強度試験 (JISA 1108), (4)急速凍結融解に対するコンクリートの抵抗試験方法 (ASTMC 666-75) である。

3. 実験結果と考察

ポリマー NP は普通セメントコンクリートに混入すれば減水効果を示すことが従来の研究により明らかにされている。本実験より得られたスランブ試験の結果を図 1～3 に示す。

図 1 は普通セメントに対するものであるが、従来得られている結果と同じく、ポリマー NP の混入により同一スランブを得るための水量は減少し、ポリマー 3% の混入により約 15 kg , 5% 混入により約 30 kg の単位水量を減ずることができる。

図 2, 図 3 はそれぞれ高炉セメント A 種, C 種に対するものであるが、いずれのセメントにおいても、普通セメントと同様な単位水量—スランブの関係を示し、ポリマー混入による減水効果も、普通セメントと変らなかった。

コンクリート中の空気量は、ワーカビリティ、強度、耐久性に重大な影響をもつものである。図 4 に本実験より得られた空気量試験の結果を示す。図は 2 種類の水セメント比 (W/C) における、各セメント別のポリマー混入量と空気量の関係を示したものである。

図より、普通セメント、高炉セメント A 種, C 種とも、ポリマーの混入により空気量の増加を示したが、普通セメントに比べて高炉セメントは、A 種, C 種とも空気量が少なく、ポリマー NP による空気連行性は高炉セメントにおいてやや劣るようである。

W/C による空気連行性は、いずれのセメントにおいても、 W/C の小さなものの空気量が少ない結果を

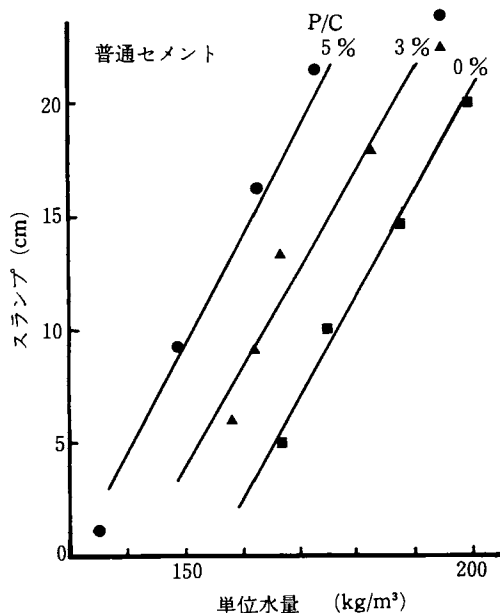


図 1 単位水量とスランブの関係 (普通セメント)

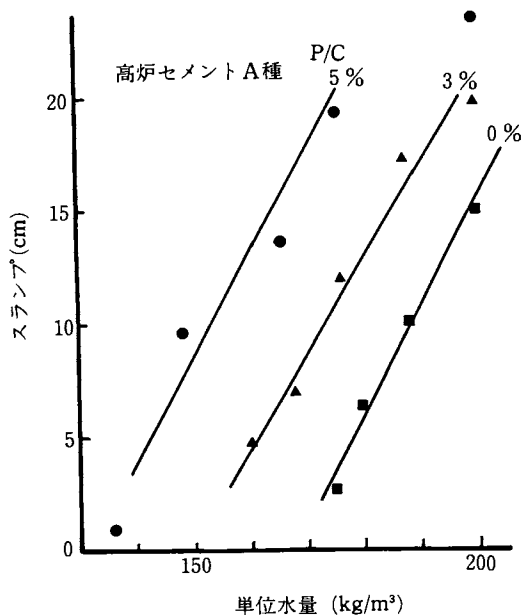


図 2 単位水量とスランブの関係 (高炉セメント A 種)

示している。これは、ポリマーの混入量を使用セメント重量に対して、3%および5%としたため、単位セメント量の違いによりポリマーの単位混入量が異なり、 W/C の小さなものは混入量が多く、ポリマーを水道水と混ぜた時の濃度が高く、界面活性作用の低減

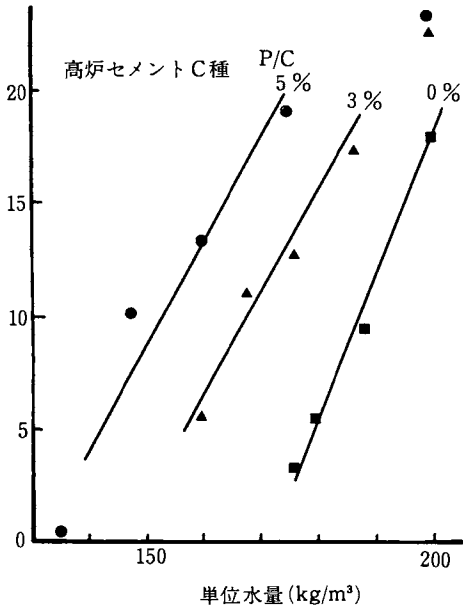


図3 単位水量とスランプの関係(高炉セメントC種)

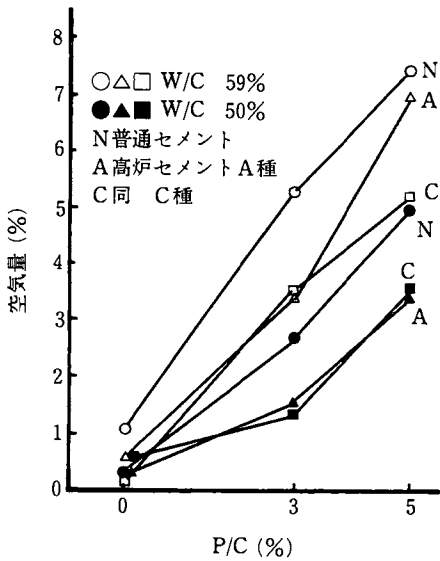


図4 ポリマーセメント比と空気量の関係

によると考えられる。界面活性作用の低減の理由としては、ポリマーと水道水の攪拌時においてポリマー濃度に関係なく攪拌時間を一定としたためによる懸濁の不充分によるものか、ポリマーNP 懸濁液に最適濃度が存在するためによるものと考えられるが、いずれの理由によるものかは明らかではない。

図5～7に強度試験の結果を示す。図はいずれも、W/C 67%の各コンクリートの材令と圧縮強度の関係を示したものであるが、図より、普通セメント、高炉セメントA種、C種のいずれのセメントを使用したコンクリートにおいても、各材令(1週、4週、13週)

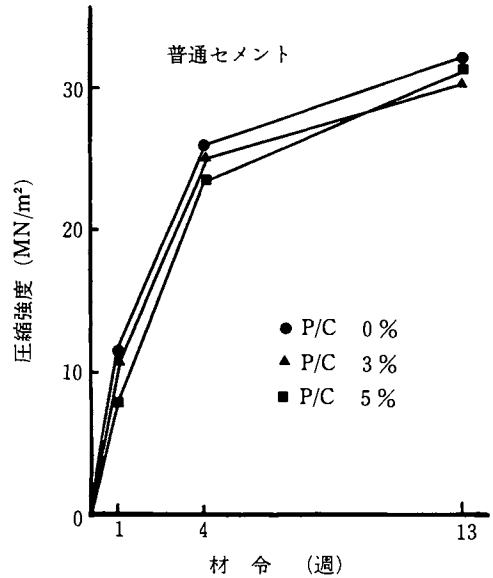
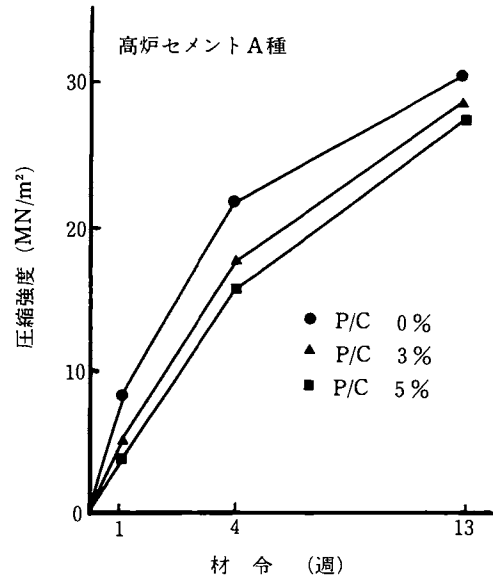


図5 材令と圧縮強度の関係(普通セメントW/C 67%)

図6 材令と圧縮強度の関係
(高炉セメントA種 W/C 67%)

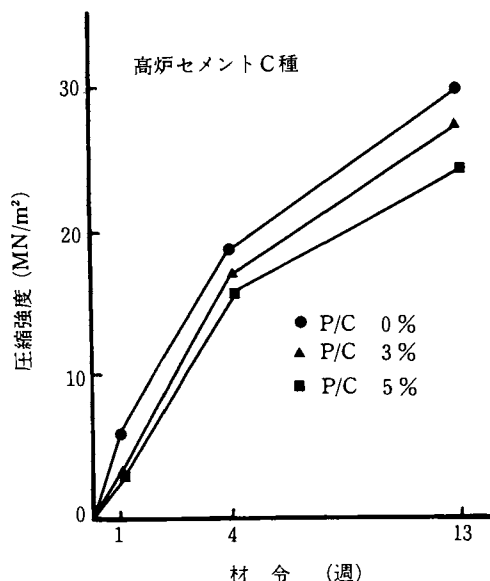


図7 材令と圧縮強度の関係
(高炉セメントC種 W/C 67%)

において、ポリマーの混入により強度が低下し、特に高炉セメントの場合は低下率が大きい。一般に高炉セメントC種は普通セメントや高炉セメントA種に比べて強度の発現が遅い特徴があるが、ポリマーを混入した場合も同様の傾向があり、特に初期材令での高炉セメントC種の強度は小さい。しかし、これらの強度低下は同一W/Cのもとにおける空気連行によるもので、一般に空気量を1%増すと強度が4~6%減少することが知られており、ポリマーNPの混入による空気量の増加が強度低下をもたらしたものである。ポリマーNPは図1~3に示したように大きな減水効果をもつものであり、この減水効果を考慮して、各コンクリートのスランプが 18 ± 2 cmのものの、各材令ごとの圧縮強度を図8に示した。図よりポリマー混入により単位水量を減じたものの強度は、いずれのセメントにおいても、材令4週および13週ではブレンコンクリートの強度を上回った。

以上より従来普通セメントにおいて、ポリマーNPの減水効果による強度増加が示されているように、高炉セメントにおいても、若材令の場合を除いて、同様な減水効果による強度増加が期待できる。図中、高炉セメントA種、ポリマーセメント比5%の強度が低下しているのは、このコンクリートの空気量が他に比べて2~3%大きいためによるものと考えられる。

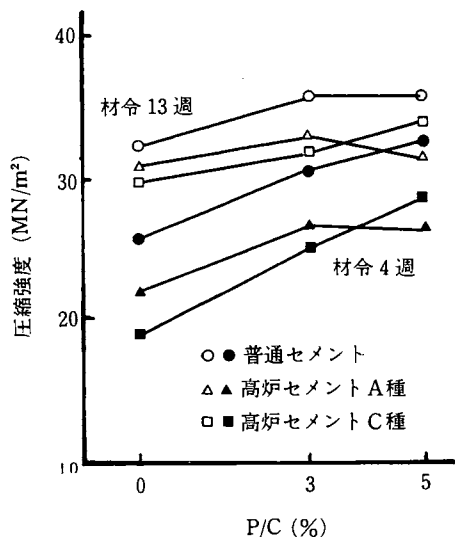


図8 ポリマー減水効果による強度増加

コンクリートの圧縮強度は、セメント・水比、 C/W (C :単位セメント量, W :単位水量), AEコンクリートの圧縮強度は、セメント、空隙比, c/v (c :単位セメント量の絶対容積, v :単位水量の容積+1 m³中の空気量)と一次の関係にあることは良く知られている。

ポリマーコンクリートでは、ポリマー混入による空気連行性と、ポリマー自体の結合性により、セメント容積とポリマー容積を加えた結合材容積 ($c+p$) と空隙容積 v の比 $(c+p)/v$ が強度を支配すると考えられる。

本実験のポリマーNPを混入したコンクリートの結合材、空隙比と28日圧縮強度の関係を示すと図9のとおりである。図より、普通セメント、高炉セメントA種、C種とも $(c+p)/v \sim \sigma/28$ は一次の関係となり、結合材、空隙比により強度が支配される。

一般に普通セメントコンクリートは、凍結融解に対する抵抗が乏しく、これを改善するためにはW/Cを小さくし、内部の空隙を少なくした十分ち密な構造としなければならない。またAE剤などを用いて空気を行き、凍結による内部水圧の増加を緩和することも有効である。

ポリマーセメントコンクリートは、ポリマー混入による減水効果やコンクリート内部に形成されるポリ

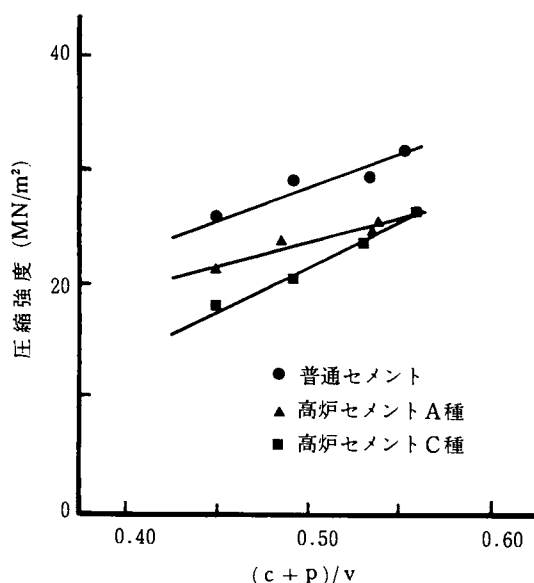


図9 結合材・空隙比と28日圧縮強度の関係

マーフィルムによる防水効果、ポリマーエマルジョンの界面活性による空気連行により、凍結融解に対する抵抗性が増加することが知られている^{11,13)}。

本実験における、セメントの種類、水セメント比 W/C 、ポリマー混入率の違いによる、凍結融解試験の結果による凍結融解サイクル数と動弾性係数減少百分率の関係を図10に、供試体重量減少百分率の関係を図11に示す。

凍結融解を受けたコンクリートの動弾性係数の減少は、コンクリート内部の破壊の進展を示し、重量減少はコンクリート表面の破壊の程度を示すものである。

図10の普通セメントを使用したコンクリートの凍結融解による動弾性係数の減少の状況は、ポリマーの混入により抵抗性の増大が見られた。図中の各曲線に附した数字はそれぞれのコンクリートの水セメント比であるが、図1の単位水量とスランプの関係より、プレーンコンクリートの W/C 67, 58 と同一スランプとなる P/C 5% のポリマーコンクリートの W/C が 40, 58 程度であることより、同一スランプのコンクリートではポリマー混入により格段に凍結融解に対する抵抗性が高くなることが示された。これは先に述べた水セメント比の低減とポリマーフィルムの形成、空気連行性によるものである。

高炉セメントA種、C種の結果では、図より高炉セメントのプレーンコンクリートではA種、C種とも普通セメントのプレーンコンクリートよりも破壊にいたる期間が長くなっている。これに対しポリマーを混入したものは普通セメントと同様に破壊にいたるものが少なくなり、高炉セメントにおいても示されたポリマーNPの減水効果を考えれば、ポリマーNPは普通セメントと同じく、高炉セメントの凍結融解に対する抵抗性の増大に有効といえる。

なお図10のポリマーコンクリートの一部において、動弾性係数の低減率が20%程度と内部において破壊

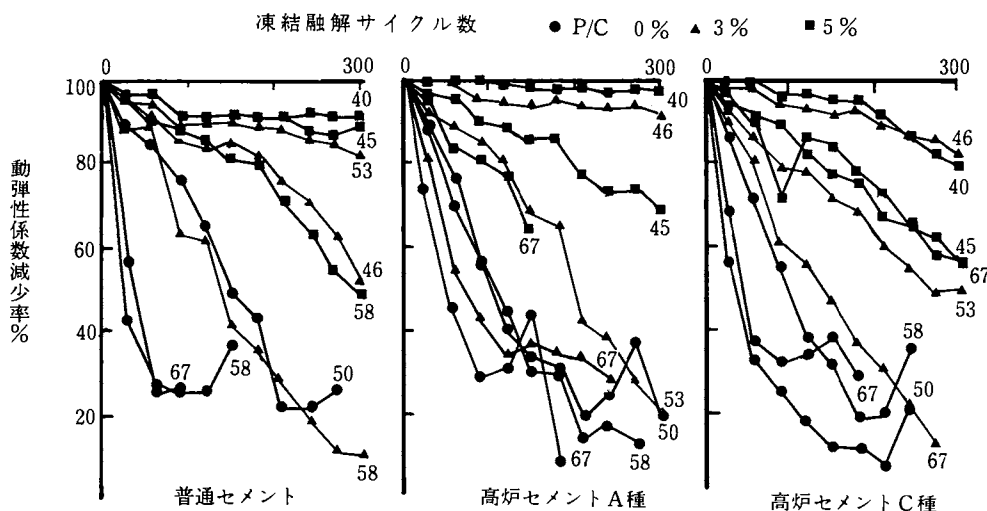


図10 凍結融解サイクル数と動弾性係数減少百分率

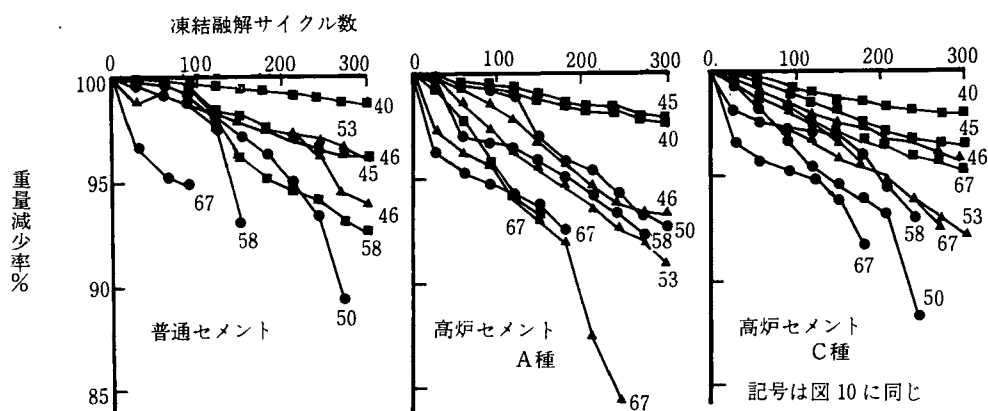


図 11 凍結融解サイクル数と重量減少百分率(記号は図 10 に同じ)

がきわめて進行していると考えられるものが、凍結融解サイクル 300 まで破壊に至らずに存在するものが見られるが、これはセメントペーストによる付着力がなくなった後も、ポリマーフィルム形成による付着力の存在によるものと考えられる。

4. ま と め

得られた結果をまとめると以下のとおりである。

- (1) ポリマーNPは普通セメントと同様、高炉セメントA種、C種を使用したコンクリートにおいても、大きな減水効果を示す。
- (2) ポリマーNPの空気連行性はセメント種別によらず同じであるが、ポリマー濃度により異なる。
- (3) ポリマーNPの減水効果による強度増加は、高炉セメントでも期待されるが、若材令時では、強度の発現が遅い。
- (4) ポリマーNPの混入により高炉セメントにおいても凍結融解に対する抵抗性が増大する。

以上ポリマーの使用により高炉セメントの使用目的を更に向上させることが明らかになった。

参 考 文 献

- 1) 波木守・大浜嘉彦：「プラスチックコンクリート」，高分子刊行会，1969。
- 2) 柳場重正・川村満紀・小泉徹・助田佐右衛門：「ポリプロピレン系混和剤を用いたコンクリートの諸性質」，金沢大学工学部紀要vol. 11 No. 2，1978。
- 3) 柳場重正・川村満紀・小泉徹：「ポリプロピレン系ポリマーセメントコンクリートの諸性質」セメント技術年報，32 巻

312, 1978.

- 4) 岡田清：「土木材料学」，国民科学社，1968。