

地中連続壁工法に用いるコンクリートが安定液品質に及ぼす一考察

西松建設株式会社 正会員 ○平井 裕二

1. はじめに

地中連続壁工法におけるコンクリートカッティングでは、コンクリートに含まれるカルシウムイオンの混入により安定液の粘性が激しく上昇（凝集）するため、品質管理が非常に困難となる。混入するカルシウムイオン（Ca²⁺）量は、カッティング時におけるコンクリート強度や使用するセメントの種類に影響しているが、セメントおよび骨材の種類から安定液の品質に及ぼす影響についての報告は少ない。

本報では、セメントおよび骨材の種類に注目し、コンクリート配合検討時に安定液品質への影響も視野に入れた選定について、既往の文献等を用いて検討した。

2. 一般的な生コン配合の検討方法

コンクリートに要求される性能は、①施工性にかかわる性能（流動性、材料分離抵抗性等）、②構造安全性にかかわる性能（圧縮強度、ヤング係数等）、③耐久性にかかわる性能（化学作用、アルカリシリカ反応、乾燥収縮等の抵抗性）などである。これらの要求性能を満たすように、計画配合は配合強度、水セメント比、単位水量、単位セメント量、細骨材量および粗骨材量を決定する¹⁾。

3. 検討対象と物性

配合計画のうち、安定液への影響が大きいとされる「配合強度」に着目し、セメントおよび粗骨材の物性から比較検討した。

対象とするセメントは、一般的に使用される普通ポルトランドセメント（以下、Nとする）、高炉B種（以下、BBとする）の2種類とした。粗骨材は普通骨材に加え、地中壁構築後におけるシールドマシン到着時を考慮して使用されることの多い石灰石骨材の2種類とした。

3. 1 セメント

使用するセメントは、セメントの強度や水和反応による影響を中心に決定している¹⁾。

図-1はNおよびBBの材令に伴う圧縮強度変化（一例）を示したものである。BBを使用したコンクリートの初期強度はNを使用したものに比べやや低いものの、BBの潜在水硬性により、材令28付近で同等となり、その後は逆転することが知られている。つまり、強度面でBBはNと同等かそれ以上であると言える。

次に、表-1は、水和熱の違いを示したものである。材令の違いに関わらず、BBはNに比べ硬化する際の水和熱が低く、温度ひび割れの防止に有効的であることが分かる。

表-2は、筆者が過去に各種セメントに含まれる混和剤の混入率と水添加したセメント粉末から、48時間後に溶出したCa²⁺量について

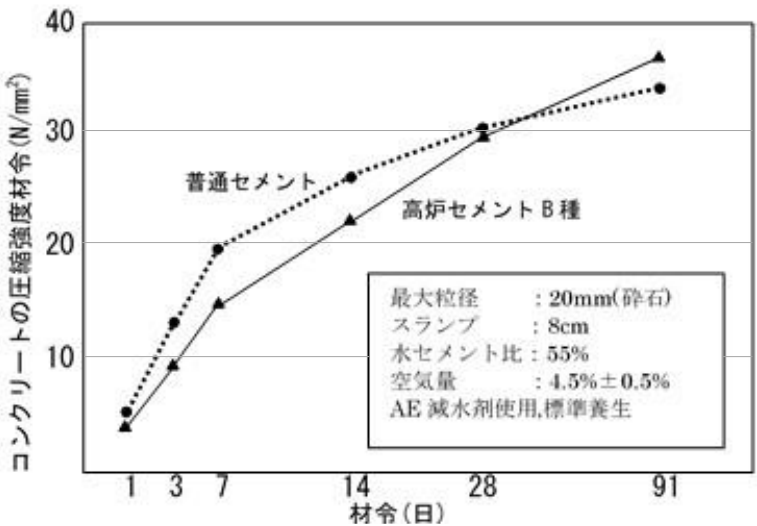


図-1 各種セメントの圧縮強度²⁾

表-1 各種セメントの水和熱²⁾

項目		普通ポルトランドセメント (N)	高炉セメント B 種 (BB)
材令	水和熱 (J/g)		
	7 日	329	292
	28 日	387	362

キーワード 地中連続壁，安定液，コンクリートカッティング，セメント，骨材

連絡先 〒105-6407 東京都港区虎ノ門1丁目17番1号7階 西松建設株式会社 技術研究所 TEL 03-3502-0247

て調査した結果である。Ca²⁺溶出量は N が 915mg/L に対して、BB は 453mg/L となり、N の方が多いことが分かる。この違いは、N の溶出量を 100 とすると BB が 49.5 となり、高炉スラグ混入量比率とほぼ同等になることが分かる。この結果より、BB を使用する方が N よりも Ca²⁺溶出量が少なくなるため、安定液の凝集は小さくできることを意味している。

3. 2 粗骨材¹⁾

骨材は、コンクリートの体積の約 7 割を占め、骨材の性質はコンクリートの諸性状に大きな影響を及ぼす。また天然骨材に代わり、砕石・砕砂の使用量が増大し、粗骨材の約 7 割が砕石に移行したと言われている。そこで、粗骨材の検討では、普通骨材（安山岩系）と石灰石骨材を比較することとした。

表-3 は、安山岩系骨材と石灰石骨材の物性を比較したものである。石灰石骨材の圧縮強度は安山岩系に比べ低く、またすり減り減量も安山岩系に比べ大きいことが分かる。つまり、石灰石骨材は安山岩系骨材に比べ弱く、脆いことが分かる。

一方、他の文献⁵⁾では、石灰石骨材は安山岩系や硬質砂岩系骨材に比べ単位水量を少なくできるため、乾燥収縮量を低くできることや熱膨張係数が小さい等の効果についても記載がある。

5. まとめ

コンクリート配合の検討時におけるセメントおよび骨材の選定と安定液品質への影響についてまとめると以下の通りとなる。

①高炉 B 種セメントは、普通ポルトランドセメントに比べ安定液の凝集を抑制できる。

- ・BB はコンクリート強度が N と同等かそれ以上であり、水和熱も低く溶出する Ca²⁺量も少ない。
- ・コンクリートの中性化やアルカリ骨材反応、乾燥収縮、打ち継ぎ目の止水性等発注者からの仕様等に支障がなければ、安定液への影響が少ない BB とすることで、安定液の凝集を抑制できる。

②石灰石骨材は、普通骨材に比べコンクリートカッティングが容易となり、掘削時間を短縮できる

- ・コンクリート強度が同一でも使用骨材が異なる場合、骨材強度等が低い方が掘削時間を短縮できる。つまり、コンクリートカッティングに時間がかかると、掘削土砂中に混入するコンクリート硬化体の粒子径が細くなるため、安定液に溶出するカルシウムイオン量も多くなってしまう。したがって、石灰石骨材を使用する方が普通骨材よりも安定液の凝集を抑制できる。

上記の材料選定により、安定液凝集時の薬剤使用量や廃棄安定液量の削減、水中ポンプや掘削機ポンプの故障、土砂の運搬と分離性の向上、施工日数の削減等に寄与できると考える。

参考文献

- 1) 一般財団法人建材試験センター：コンクリートの基礎講座，2015 年 4 月第 2 版，pp.21-49，2015.4
- 2) 日鉄セメント株式会社 HP：<https://cement.nipponsteel.com/catalog/pdf/bb2019.pdf>
- 3) 平井裕二，細川勝己，森仁司：安定液の劣化要因に関する実験的研究～その 1 セメントの種類の違いによる影響～，平成 9 年度全国大会第 52 回年次学術講演会，VI-204，pp.408-409，1997.9
- 4) 渡邊悟士，黒岩秀介，陣内浩，並木哲：物性の異なる砕石を混合して用いた高強度コンクリートの圧縮強度に関する研究，日本建築学会構造系論文集 第 600 号，pp.9-15，2006.2

表-2 混和剤の混入率と Ca²⁺イオン溶出量の関係³⁾

セメントの 種類	項目	ポルトランド セメント	高炉スラグ	Ca ²⁺ 溶出量 (mg/L)
N		100%	—	915 [100]
BB		57%	43%	453 [49.5]

[] 内数値は、N の Ca²⁺溶出量を 100 とした場合の割合

表-3 粗骨材の物性³⁾

試験項目		砕石種類	普通骨材 (安山岩系)	石灰石骨材
圧縮強度 (N/mm ²)	平均値		211	153
	最小値-最大値		205-218	127-176
点載荷強度※(N/mm ²)			5.36	7.49
すり減り減量(%)			14.0	18.4