

地域特性および年代を考慮した設計基準強度に基づく水セメント比の推定

鹿島技術研究所 正会員○林 大介 正会員 村山 八洲雄
正会員 須田 久美子 正会員 坂田 昇

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の維持管理において、ライフサイクルを考慮した検討が重要視されつつある。こうした検討を行うためには、各構造物の劣化の将来予測を行うことが必要とされる。コンクリート構造物の劣化の将来予測においては、コンクリート配合に関する情報が必要不可欠であり、特に、種々提案されている予測式において水セメント比がパラメータとされることが多い。しかしながら、既設構造物に関する図書情報からは設計基準強度のみしか得られないことも多く、将来予測やライフサイクルコスト評価を行う上で課題となっている。

本論文では、全国のレディーミクスト工場を対象としたアンケート結果を基に、地域特性を考慮した設計基準強度と水セメント比の関係について検討した。また、セメントの技術の進歩により、同一強度を得るための水セメント比が時代とともに高くなっているとの報告があることから¹⁾、これまでに開示されているコンクリートと水セメント比の関係を基に、年代とコンクリート強度および水セメント比の関係について検討した。

2. 地域特性を考慮した設計基準強度とセメント水比の関係

設計基準強度と水セメント比の関係について検討するために、2000年に実施した全国約280のレディーミクスト工場を対象としたアンケート調査の結果を使用した²⁾。アンケートは、工場所在地をはじめ、セメント、骨材、混和材および混和剤の各材料、設計基準強度およびスランプの配合条件、さらには水セメント比、細骨材率、単位量等の配合表について行われており、そのうち、本検討では、普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートの設計基準強度と水セメント比のデータを使用した。このデータを、工場の所在地によって北海道、東北、北陸、関東、東海、関西、中国、四国および九州の各地域に分類し、設計基準強度とセメント水比が比例関係にあると仮定して回帰した結果を図-1に示す。

同図によれば、同一設計基準強度において、関東、東京および東海の水セメント比が低く、関西の水セメント比が高い。この原因として、使用している骨材の違い等による影響が考えられる。この傾向から、全国のデータを東海より東側と、関西より西側に分類する必要があると判断し、全データを東西に分類して回帰した結果を図-2に示す。また、得られた回帰式を式-1および式-2に示す。

$$\text{東側: } C/W = 0.0436f'_{ck} + 0.7858 \quad \cdots \text{式-1}$$

$$\text{西側: } C/W = 0.0594f'_{ck} + 0.5087 \quad \cdots \text{式-2}$$

ここで、 C/W : セメント水比

f'_{ck} : 設計基準強度 (N/mm^2)

3. 年代と28日強度およびセメント水比の関係

現在(2000年)の設計基準強度と水セメント比の関係は式-1および式-2に示したとおりであるが、過去に遡ると、設計基準強度に対する水セメント比が低く設定されている可能性があ

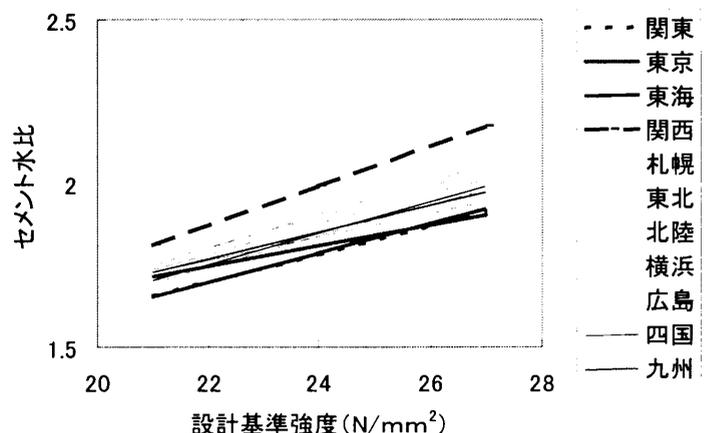


図-1 全国の設計基準強度とセメント水比の関係

キーワード 設計基準強度, 水セメント比, 将来予測, ライフサイクルコスト

連絡先 〒182-0032 調布市飛田給 2-19-1 鹿島技術研究所 土木技術研究部 材料・LCEグループ TEL0424-89-7071

る。よって、これまでに開示されているデータを基に、同一強度を得るために必要な水セメント比の年代による変化について検討した。その際、1953年から1982年については試験室で作製された供試体の28日強度のデータを使用し³⁾、1999年については全国の工事現場で採取されたコンクリートを用いて水中養生を行った供試体の28日強度のデータを使用した⁴⁾。なお、ここでは普通ポルトランドセメントのみを対象とした。28日強度のデータを、骨材の産地によって東海より東側と関西より西側に分類し、セメント水比と28日強度が比例関係にあると仮定して各データを回帰した後、回帰式によって算出した年代と30N/mm²を得るために必要なセメント水比の関係を図-3に示す。また、これらのデータの回帰直線を太線で示す。同図より、30N/mm²を得るために必要なセメント水比は1953年から1980年程度までは年代とともに低下している傾向があった。これは、セメント技術の進歩によって同一強度を得るための水セメント比が高くなっていったこと¹⁾を示しているものと考えられる。1999年のデータが若干高い範囲にあるが、供試体の作製方法の違い等が影響を及ぼした可能性もあり、1980年～2000年のデータを更に蓄積することにより、細線で示すような1980年以降セメント水比がほとんど変化しない回帰曲線を得られる可能性もあると考えられる。

4. 地域特性および年代を考慮した設計基準強度に基づく水セメント比の推定式

以下の手順によって設計基準強度に基づく水セメント比の推定式を構築した。まず、式-1および式-2を水セメント比と設計基準強度の関数に整理した。次に図-3より算出される年代と水セメント比の関係から、2000年を1とする水セメント比変化率と年代の関係を整理した。最後にこれらの式を組み合わせ、式-3および式-4の水セメント比と設計基準強度の関係を構築した。

$$\text{東側} : W/C = 100 / \{ (0.0436 f'_{ck} + 0.7858) (-0.00263Y + 6.261) \} \quad \dots \text{式-3}$$

$$\text{西側} : W/C = 100 / \{ (0.0594 f'_{ck} + 0.5087) (-0.00175Y + 4.496) \} \quad \dots \text{式-4}$$

ここで、W/C：水セメント比（%），Y：西暦（年：1953 ≤ Y ≤ 2000）

5. おわりに

今後、本検討で構築した水セメント比と設計基準強度の関係によって、図書情報が限定されるコンクリート構造物の将来予測およびライフサイクルコストの検討を行う予定である。

参考文献

- 1) (社)日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術 01 2001
- 2) 溝淵ら：材料配合の地域特性がコンクリート構造物の劣化に及ぼす影響に関する研究 JCI 複合劣化コンクリート構造物の評価と維持管理計画に関するシンポジウム論文集 pp29-36 2001.5
- 3) (社)セメント技術協会：コンクリート委員報告 F-1, 2, 4, 5, 14, 16, 19, 21, 34 1953～1982
- 4) (独)土木研究所：土木研究所資料レディーミクストコンクリートの品質実態調査 2001

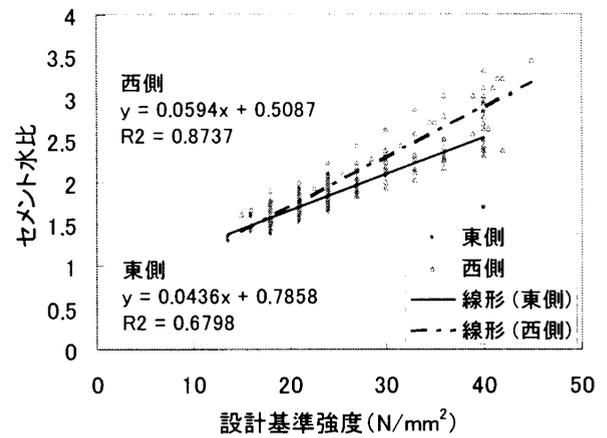


図-2 東西の設計基準強度とセメント水比の関係

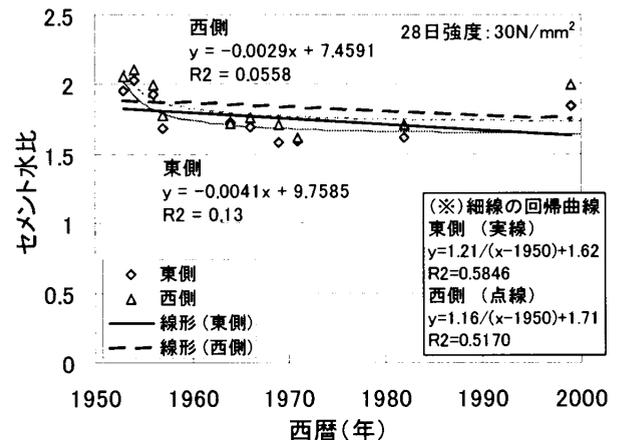


図-3 年代とセメント水比の関係