

大阪市水道局

正会員

野田純嗣

大同工業大学

正会員

三瀬 貞

大阪市立大学工学部

正会員

眞嶋光保

1. まえがき

近年、明治以降建設された多くの都市施設は、老朽化や機能の旧式化といった諸問題に直面しており、性能向上のために補修・改良が行なわれたり、新しく造り替えられる場合もある。大阪市水道局においても未だ創設期の施設が現存しており、施設の更新による機能の充実・向上を図る必要に迫られている。

そこで本研究は、経年コンクリート構造物の更新にあたっての技術的評価法および調査方法の基礎資料を得ることを目的とし、コンクリートの諸性質の変化を実験的に調べたので、ここにその結果を報告する。

2. 実験概要

実験は、水道施設における特殊環境の一つである塩素水に常時接していることに鑑み、塩素水の環境下における各種コンクリートの諸性質（中性化深さ、圧縮強度）の変化について行なった。実験における要因とその水準を表-1 に示す。また、

コンクリートの標準配合を、表-2 に示す。セメ

ントは、普通ポルトランドセメント(P)、(AE)、高炉セメント B種(K) フライアッシュセメント B種(F) およびシリカセメント A種(S) を使用した。

供試体は、 $\phi 10 \times 20$ cm を使用し、残留塩素濃度0, 50, 100, 200 ppm の各水槽に浸漬し、浸漬日数 30, 60, 90, 120 日後に中性化深さおよび圧縮強度を測定した。また、併せて、非破壊試験によるコンクリートの圧縮強度を推定するため、超音波伝播速度および反発硬度を測定した。

3. 実験結果と考察

(1) 中性化深さについて

中性化深さと浸漬日数の関係をSおよびAEについてそれぞれ図-1, 2 に示す。図のとおり中性化深さは、浸漬日数に応じて増加しており、また、残留塩素濃度が高くなればなるほど中性化深さの増加は著しい。空気中におけるコンクリートの中性化については、混合セメントを使用すると中性化が早くなると言われているが、本結果から、水中においても混合セメントとポルトランドセメントを使用した場合を比較すると、混合セメントの方が中性化が早くなる傾向にある。すなわち、水道施設のように常時塩素水に接している構造物では、中性化について言えば混合セメントよりもポルトランドセメントを使用の方が良く、さらにAEコンクリートとして用いられれば、中性化対策に関しては、一層改善されと考えら

表-1 実験計画

要 因	水 準
浸漬日数 (日)	30, 60, 90, 120
浸漬水の残留塩素濃度(ppm)	0, 50, 100, 200
セメントの種類	P, K, F, S
AE剤	無(P), 有(AE)

表-2 コンクリートの配合

W/C	s/a	Slump	Air	UNIT WEIGHT (kg/m ³)				
(%)	(%)	(cm)	(%)	C	W	S	G	AE剤
55	47	8	2.0	351	193	813	956	140 ^{cc}

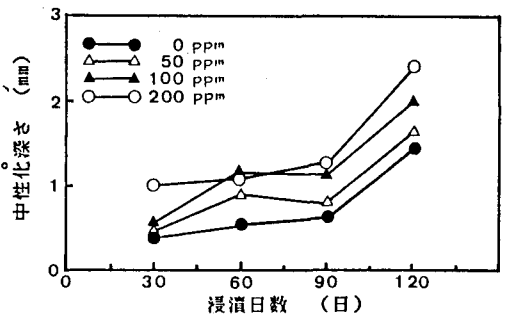


図-1 中性化深さと浸漬日数の関係 (S)

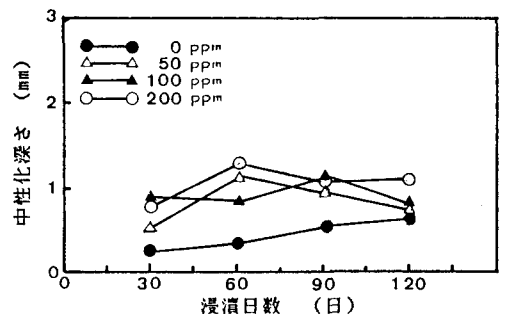


図-2 中性化深さと浸漬日数の関係 (AE)

れる。

(2) 圧縮強度について

圧縮強度と浸漬日数の関係をFについて図-3に示す図のとおり圧縮強度は浸漬日数に応じて徐々に増加する傾向にある。また、残留塩素濃度による圧縮強度の変化はあまり見られないが、どのセメントの種類においても残留塩素濃度0ppmの供試体が一番低い値を示している。これは、中性化深さの項でも述べたように残留塩素濃度0ppmの場合の中性化速度が小さいことも原因の一つと考えられる。また、セメントの種類による差異は、Fの圧縮強度増加率が高く、その他はほぼ同程度であった。

(3) 非破壊試験によるコンクリートの推定圧縮強度

コンクリートの圧縮強度を非破壊試験により推定する方法として、(a)シュミットハンマー法 (b)超音波法 (c)シュミットハンマー法と超音波法の併用法を検討した。それぞれの方法による推定式は、次式を用いた。

シュミットハンマー法 $\sigma_c = -184 + 13.0 R$ (坂、松井)

超音波法 $\sigma_c = ((E/10)/(2.07W/C+1.04))$ (坂)

併用法 $\sigma_c = 9.2 R + 74Vp - 4.3(W/C) - 74$ (谷川、山田)
上式により得られた結果と破壊試験による圧縮強度の関係を図-4,5,6に示す。これらの結果から、以下のことが考えられる。

1)シュミットハンマー法による推定圧縮強度は、どの供試体においても、破壊試験による圧縮強度の値を下回っており、実構造物の圧縮強度測定にあたっては、安全側の値と考えることができる。

2)超音波法による推定圧縮強度は、3方法の中では標準偏差が最も大きく実構造物の圧縮強度測定にあたっては、特に測定値に影響する因子を考慮する必要がある。

3)水道施設のように常時水に接しているコンクリート構造物の強度推定をシュミットハンマー法および超音波法のみで行なった場合、乾湿の影響が大きくなり、精度が悪くなることがある。

5. 結 論

本実験によって得られた結果をとりまとめて以下に示す。

(1)コンクリートの圧縮強度は塩素水中においても浸漬日数とともに増加する。

(2)水道施設におけるコンクリートの中性化の影響因子の一つとしてClがあり、Clの影響のある構造物ではボルトランドセメントを使用することが望ましい。

(3)湿潤状態にある水道施設の調査方法として、超音波測定法およびシュミットハンマー法などの非破壊試験法は、測定条件・方法を十分考慮すれば有効な調査方法となる。

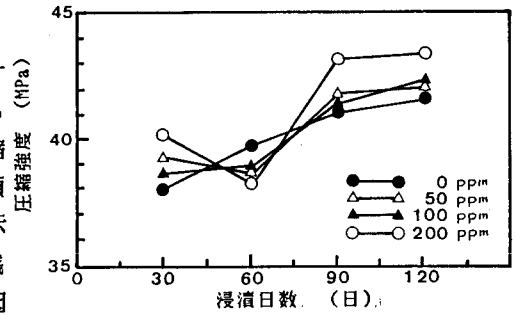


図-3 圧縮強度と浸漬日数の関係 (F)

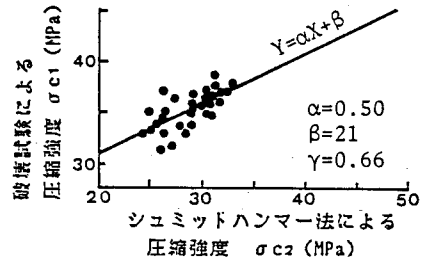


図-4 σ_{c1} と σ_{c2} の関係 (P)

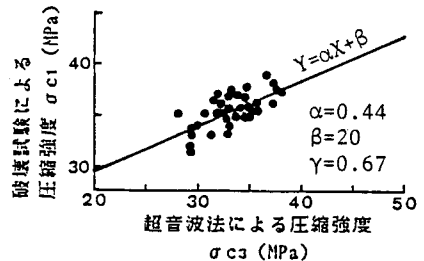


図-5 σ_{c1} と σ_{c3} の関係 (P)

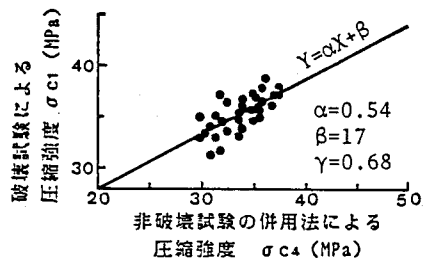


図-6 σ_{c1} と σ_{c4} の関係 (P)