

大成建設 正員 桜井 宏
 北海道大学 正員 藤田嘉夫
 北海道大学 正員 佐伯 昇

1. まえがき

寒冷地の海岸コンクリート構造物は、海水と凍結融解の複合作用を受け、打設後一を経過したAEコンクリートでも表層部に劣化を受け、直径数cm、深さ数mm程度の剝離片がとれる被害が発生し問題となっている。

本研究ではコンクリートの表層強度を測定する表層強度試験及び、繰速による凍結融解試験を行って、配合、養生条件等と被害の関係を示明らかにして、これらの因子から、表面剝離被害の発生と進行を定量的に予測する方法を検討する。

表-1 供試体の材料配合・養生 (記号)

2. 実験方法

供試体の材料、配合及び打設後の養生条件については表-1に示す。実際の現場における凍結融解条件に近づけるため、凍結融解試験は1日1回の繰速凍結融解試験を行ない、砂槽中に海水を満たしその中に供試体を入れコンクリートの上面部分のみから冷却及び融解した。又槽の温床線は 0°C 以上を保った。温度のコントロールはコンクリート表面から深さ1cmで、 -10°C 〜 12°C のサイクルで行い凍結融解回数と測定した。

強度特性試験は、各養生条件による圧縮強度試験および、きり抜き法による表層強度試験を実施した。(図-2)

表面剝離被害測定はSPX-ターを使用し剝離した供試体の凹凸をXYプロッターで拡大して記録した。表面剝離被害を表わす指標として平均被害度を定義する。

$$\text{平均被害度}(H) = \frac{\sum (\text{被害深さ}) \times (\text{被害面積})}{\text{観察の対象とする全面積}} \quad \text{---(1)}$$

3. 結果と考察

表面剝離被害の進行に対し実験結果を整理し次式のように表わす。

$$H = W(\alpha \cdot c^{\beta} - \gamma) \quad (\text{但し}, H \geq 0) \quad \text{---(2)}$$

ここで、 H は平均被害度、 c は凍結融解回数、 W は海水補給に関するもので、海水の補給がないときは $W=0$ 、常時海水の補給があるときは $W=1$ で、海水の供給の程度により $0 < W < 1$ の値をとる。 α はセメントの種類と養生条件などによつて定まる係数。 β は水セメント比の大小によつて定まる変数である。図-3に示すように $W/C=55\%$ を境にして被害の増加の傾向が大きく変わる。 $W/C=55\%$ を進行が増加するか、減少するか境界と仮

セメント	W/C	養生条件	粗骨材径
普通ポルトランド(N)	60%	水中0日(F0)	(最大) 40mm
フライアッシュセメントB種(FB)	55	水中5日(F5)	25mm
高炉セメントB種(BB)	45	水中28日(28標)	

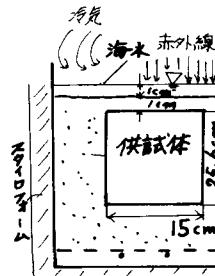


図1 繰速凍結融解装置

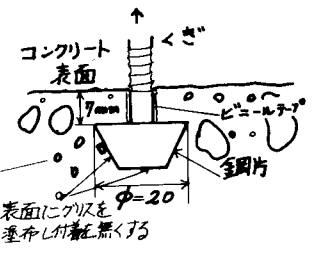


図2 表層強度試験

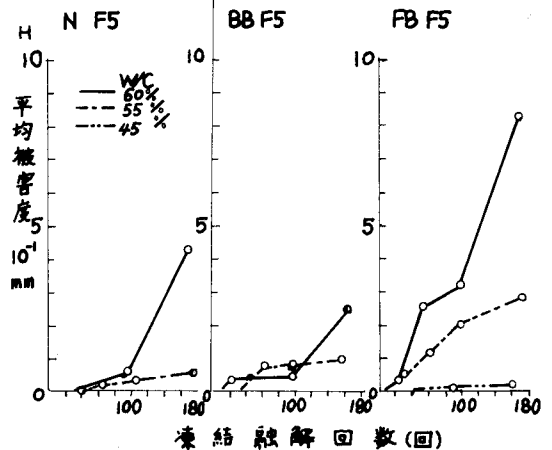


図3 水セメント比と被害の進行の関係

定して、 $\beta = (W/55)^m$ の形とする。 γ は剥離が初めて発生までの耐力に関するものである。 $\gamma \rightarrow \infty$ の時剥離が発生しにくい。これは表層強度が高いコンクリート程初めて発生する凍結融解回数: C_0 が大である。図-4には表層強度と被害が初めて発生した時のサイクル数 C_0 を示した。

本実験では海水に満たした砂層中(海砂層)で行ったので、常時海水の補給があると考えられ、 $W=1$ と考えると式(2)から γ は次式で表わされる。

$$\gamma = \alpha C_0 P \dots (3)$$

凍結融解作用を受ける前の表層強度(σ_{28} 標と養生、環境条件から算定)と被害が初めて発生するサイクル数(C_0)との関係は図-4に示すように、 $C_0 = 0.222 P^2$ ---- (4) で表わされる。凍結融解作用前の表層強度 $P_{現}$ は図-5

による標準養生による σ_{28} 標 - 標準層層強度の関係式($P_{現} = 0.232 \sigma_{28}$)と図-6に示した各種セメント、養生、環境条件による表層強度の速減率(α)によって次式のように求まる。 $P_{現} = 0.232 K (\sigma_{28})$ ---- (5)

$\beta = (W/55)^m$ の式で、 $m=1, 2, 3, 4$ と変化させた係数で、 $X = C - C\beta$ とおき、 $H = \alpha P X$ の α を決定値で最小自乗法で計算すると、 $W/55$ の影響を受けないと考えられるのは $m=3$ のときであるのでこれを用いた。 α を用いて被害度を算定したものを H 、実際の被害度 H と比べてのが図-7である。

4. まとめ

表面剥離の発生と進行の度合は $H = W(\alpha C^3 - \gamma)$ の形で表わされ、セメント種類、水セメント比、養生および環境、海水の供給、凍結融解回数などのファクターによって予測することは不可能ではないことがわかった。

さらに実際の構造物の被害の進行の推定に対しては、これらの考え方を基本にして、係数および関数型の検討が必要であると考ええる。

実験を進めるに当たって、直接御指導下さった北海道大学の髙田宣之助手、中津川江枝官に感謝いたします。

参考文献

- 1) 佐伯昇 藤田耕一 桜井宏 『夏期に曝露されたコンクリートの表面剥離耐力に関する2,3の実験』 技年報 34, 昭55
- 2) 桜井宏 佐伯昇 髙田宣之 藤田嘉夫 『凍害によるコンクリート表層部の劣化の進行度についての2,3の実験』 昭和55年度土木学会北海道支部論文報告集第37号

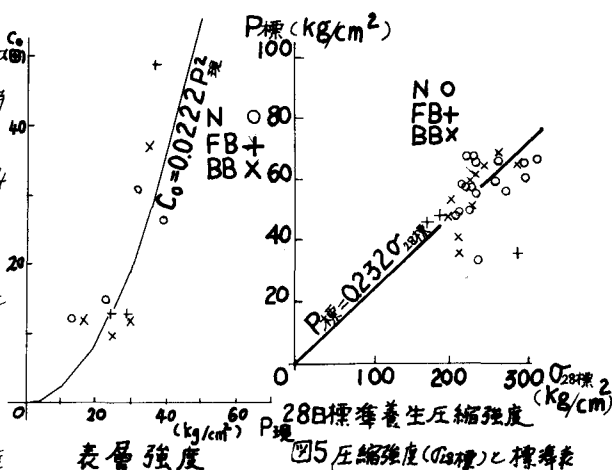


図4 表層強度($P_{現}$)と被害が初めて発生した凍融回数(C_0)

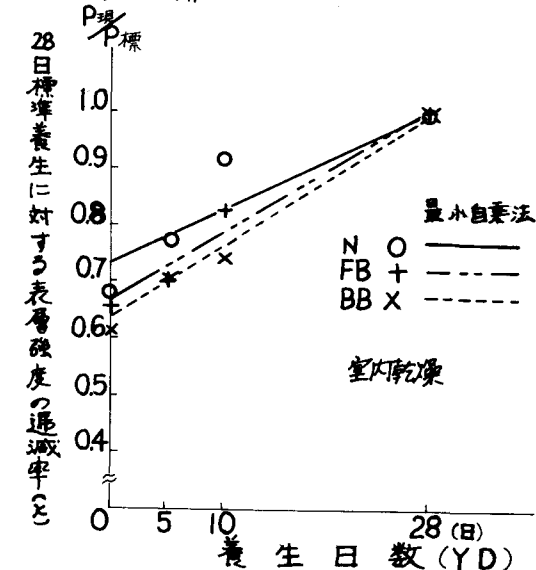


図5 表層強度($P_{現}$)と養生日数(YD)の関係

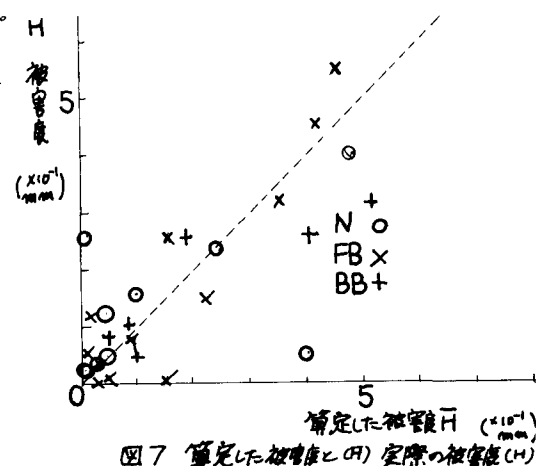


図6 表層強度の速減率(α)と養生条件の関係