

低強度コンクリート部材の耐震性能評価に関する基礎的研究 (その2)

正会員 ○高月 行治^{*2} 準会員 川上 裕佳^{*1} 準会員 藤原頭太郎^{*1}
正会員 根口 百世^{*3} 正会員 南 宏一^{*4}

低強度コンクリート 調合設計 応力度-ひずみ度関係
耐震性能 圧縮強度 ヤング係数

1. はじめに

低強度コンクリートを安定的に製造するため調合設計式を求めるために、前報で報告された調合設計表に基づいて試験練りを行い、調合設計式を求める。

2. 実験結果

各シリーズのフレッシュコンクリートの性質および材齢1週および4週の圧縮強度試験結果を表-1に示す。1週および4週の圧縮強度は、供試体3本の平均値である。試験練りは6月下旬～8月初旬に行われたため、コンクリート温度は23.0～31.5℃となっている。

実験結果より、石粉を混入しないAシリーズおよびCシリーズでは、空気量およびスランプ値が安定せず、今後の部材および架構実験への適用が困難であると判断された。そこで、石粉を混入したBシリーズおよびDシリーズについて以下に考察する。

Bシリーズ、Dシリーズともに、コンクリート練り混ぜ時から、材料が均一に混ざり、空気量、スランプ値ともに安定したコンクリートが得られた。今後の部材および架構の実験を行う際にバラツキの小さい安定したコンクリートを施工するという観点からも、空気量、スランプ値の良好なコンクリートが製造できるということは重要な意味を持つ。

D1およびD2において、予定よりも若干低い強度となったが、これは、単位水量がBシリーズでは205 kg/m³であるのに対して、Dシリーズでは210 kg/m³としたためではないかと思われる。Bシリーズの1週強度は、Dシリーズよりも小さくなっているが、4週強度においては、Bシリーズの方がDシリーズよりも強度が大きくなる傾向がみられた。すなわち、Bシリーズでは、初期強度は小さいが、強度の上昇率が大きい傾向がみられ、Dシリーズでは、初期強度は大きい、強度の上昇率は小さい傾向がみられた。これは、単位水量の違いによるものと推察される。

図-1は、Dシリーズの4週強度における圧縮応力度とひずみ度の関係を示したものである。5 N/mm²で計画されたD3は、最大応力度以降も応力度は低下せず、コンプレッソメータで計測できる限界までひずみ度が増加

し続けた。最大応力度以降の応力度の下がり方に特徴がみられ、最大応力度が大きいほどその下がり方は大きい傾向にある。このことは、縦軸に応力度を最大応力度で除した無次元化応力度 σ/σ_B をとり、横軸にひずみ度 ϵ をとった図-2や、縦軸に無次元化応力度 σ/σ_B をとり、横軸にひずみ度を最大応力度時のひずみ度で除した無次元化ひずみ度 ϵ/ϵ_B をとった図-3においてもその傾向が確認される。5 N/mm²で計画されたD3は、10 N/mm²で計画されたD2や、15 N/mm²で計画されたD1よりも最大応力度以降の勾配が緩やかである。また、D3が直線的に下がっていくのに対して、圧縮強度の大きいD1は曲線的に下がっているのも特徴である。以上のことから、低強度コンクリートになるほど、見かけ上、粘り強い壊れ方をすることが指摘できる。

図-4に、4週圧縮強度とヤング係数の関係を示す。Bシリーズ、Dシリーズのヤング係数 E_c は

$$E_c = 0.0684 \cdot \sigma_B + 0.7383 \quad [\times 10^4 \text{ N/mm}^2] \quad (1)$$

で表され、単位水量の違いはみられなかった。図中の破線は、鉄筋コンクリート構造計算規準^{準規}に示されるヤング係数の推定式を外挿したもので、(1)式とは $\sigma_B = 21 \text{ N/mm}^2$ で交差し、 σ_B がおよそ1～21 N/mm²の範囲では、実験値に対して、ヤング係数を大きく評価することが示された。

図-5は、4週圧縮強度とスランプとセメント水比の関係を示す。縦軸上側には圧縮強度をとり、縦軸下側にはスランプ値をとり、横軸にはセメント水比をとったものである。図中の直線は、各シリーズの回帰直線で

$$B \text{ シリーズ} : \sigma_B = 21.593 \text{ C/W} - 4.2825 \quad (2)$$

である。この(2)式の有効性を検証し、さらに小さい圧縮強度を狙ったDシリーズでは

$$D \text{ シリーズ} : \sigma_B = 17.919 \text{ C/W} - 2.6371 \quad (3)$$

が得られた。

若干の強度の差はあるものの、圧縮強度5～15 N/mm²のコンクリートは(3)式によって、概ね良好な強度が得ら

表-1 実験結果

調査 No.	A1	A2	A3	B0	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3
スランブ [mm]	95	45	10	175	175	180	175	55	70	55	85	196	193	190
空気量 [%]	5.5	3.6	3.4	4.7	4.6	4.6	4.3	4.0	3.3	5.0	2.4	4.8	4.8	4.5
コンクリート温度 [°C]	23.0	23.0	23.0	23.5	23.5	23.0	23.0	26.0	27.0	26.0	27.0	30.5	31.0	31.5
1週圧縮強度 [N/mm ²]	16.9	10.4	5.6	18.9	13.3	8.1	4.2	20.1	10.7	5.7	4.5	9.8	5.7	3.1
4週圧縮強度 [N/mm ²]	21.8	20.4	12.6	28.9	22.3	15.5	9.1	32.1	21.0	12.6	10.5	13.5	8.8	5.1
割線ヤング係数 [$\times 10^4$ N/mm ²]	2.18	2.14	1.70	2.55	2.22	1.85	1.40	2.68	1.93	1.63	1.54	1.67	1.34	1.02
比重 [kN/m ³]	22.4	22.8	22.9	22.7	22.6	22.6	22.4	23.0	22.9	22.2	22.7	22.1	22.0	22.1

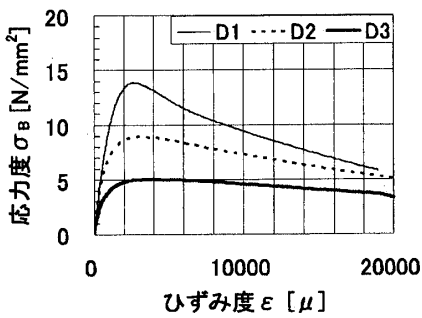


図-1 応力度-ひずみ関係

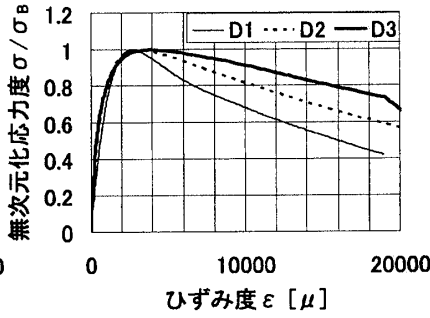


図-2 $\sigma/\sigma_B - \epsilon$ 関係

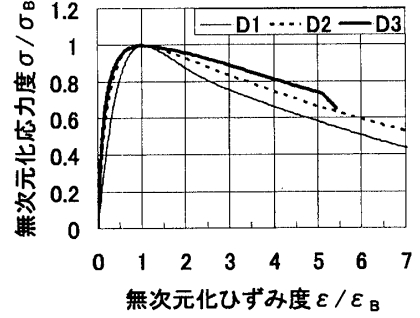


図-3 $\sigma/\sigma_B - \epsilon/\epsilon_B$ 関係

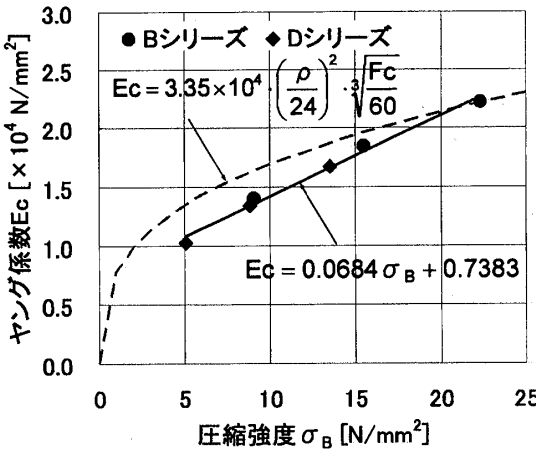


図-4 圧縮強度-ヤング係数の関係

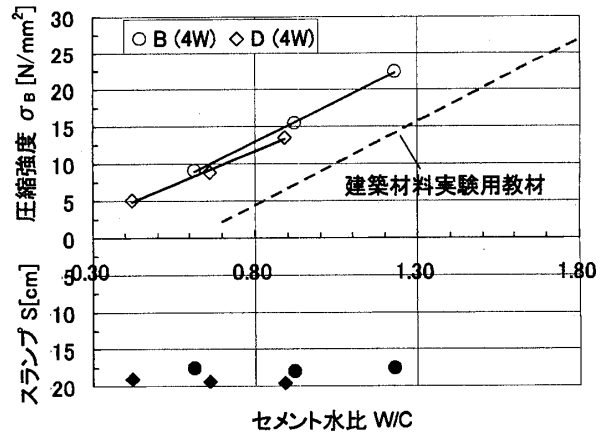


図-5 圧縮強度-スランブ-セメント水比の関係

れることが確認された。

建築材料実験用教材^{前報4)}に示される、AE 剤を用いた場合の普通強度コンクリート強度 $F = \sigma_B$ とセメント水比 C/W の関係式である

$$\sigma_B = 22.5C/W - 13.6 \quad [N/mm^2] \quad (4)$$

ただし、 $1.4 \leq C/W \leq 2.5$

を外挿すると、図-5 の破線のように示される。D シリーズの実験結果による(3)式と(4)式はほぼ平行であるという結果が得られた。このことから、低強度コンクリートに普通強度コンクリートの関係式を適用することはできず、独自の関係式が存在することが示された。

3. まとめ

単位水量を変化させただけでは、空気量やスランブ等が不安定で、低強度コンクリートを安定して製造することができず、石粉 $[CaCO_3]$ を用いることで、強度、スランブ、空気量ともに安定した低強度コンクリートを製造することが可能であることが分かった。石粉を混合した単位水量 210 kg/m^3 の D シリーズから得られたコンクリート圧縮強度 σ_B とセメント水比 C/W の回帰直線式は

$$\sigma_B = 17.919 C/W - 2.6371 \quad (3)$$

となり、この式を用いて、安定的に低強度コンクリートを製造することができる。今後は、(3)式を用いて実機により低強度コンクリートを製造し、試験体を作製する。

*1 福山大学工学部建築学科

*2 高月ナマコン

*3 福山大学大学院博士課程地域空間工学専攻・修士(工学)

*4 福山大学工学部建築・建設学科 教授・工博

Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Fukuyama Univ.

TAKATSUKI Ready Mixed Concrete

Course of Regional Space Planning and Systems Eng., Doctoral Program, Grad. School, Fukuyama Univ., Ms. Eng.

Prof., Dept. of Architecture and Civil Engineering, Faculty of Eng., Fukuyama Univ., Dr. Eng.