

コンクリートミキサーの違いによる
フレッシュコンクリートの特性確認試験

平成17年11月

1. 試験概要

近年、社会的に環境に配慮する傾向と関心が高まっており、製品業界もその例に
もれず環境に配慮する思考が強まっている。

今回はその一環として、一般的な土木向け製品工場の配合で「エコセメント」を用
い、振動数可変式コンクリートミキサーと強制二軸ミキサーで練り混ぜたフレッシュ
コンクリート性状と材令別圧縮強度の確認を行った。

2. 試験期日

平成17年11月14日～11月15日

11/14：練り混ぜ材料準備。

11/15：練り混ぜ試験。

3. 使用材料

セメント：太平洋セメント社製市原産エコセメント(密度：3.17g/)

練り水：工場敷地内地下水

細骨材：栃木市尻内産砕砂(密度：2.62 g/)

粗骨材：栃木市尻内産砕石(密度：2.64 g/)

混和剤：エヌエムビー社製レオビルド8000W

4. 配合条件

スランプ：12±2.5cm

空気量：3±1.5%

最大粗骨材寸法：20mm

水セメント比：35・40・45 %

圧縮強度試験体：標準養生 7・ 14

5. 試験方法

練り混ぜ量：25

練り混ぜ時間：全材料投入後空練り10秒+E11タル45秒+コンクリート75秒

練り直し：JIS A 1138

試料採取：JIS A 1135

スランプ：JIS A 1101

空気量：JIS A 1128

温度：棒状温度計を使用して測定

圧縮強度：JIS A 1108, 1132(7・14標準養生)

その他：試験練りミキサーは上記2種類のミキサーを使用する。

ワーカビリティはフレッシュ状態を目視により評価する。

6. 試験配合

別紙「コンクリート試験練り」配合表のとおりである。

7. 試験結果

別紙「コンクリート試験練り」試験結果のとおりである。

圧縮強度は「圧縮強度試験結果一覧表」のとおりである。

「圧縮強度試験結果一覧表」よりC/W - 関係式を求めた。

今回の試験練りでは、振動数可変式コンクリートミキサーにより練り混ぜられたフレッシュコンクリートのスランプは、いづれの水セメント比（ $W/C=35\cdot 40\cdot 45\%$ ）においても二軸ミキサーで練り混ぜられた基準コンクリートのスランプより1.5～3cmほど軟く練りあがり、粘性の向上が確認できた。

よって単位推量は3～6kg/m³減じることが可能と思われる。単位セメント量に換算すれば6～17kg/m³減じることが可能と思われる。

圧縮強度については、各水セメント比の標準養生材令7・14日において同等以上の圧縮強度を確認することができた。

以上のような結果から、振動数可変式ミキサーは経済性にも優れ、環境面でも十分に貢献することが可能と思われる。

以上。

1
二軸ミキサー
W/C=45.0%
スランプ=11.5cm
空気量=1.6%
コンクリート温度=18.0
圧縮強度試験体採取
標準養生= 7・14



2
二軸ミキサー
W/C=40.0%
スランプ=13.5cm
空気量=1.6%
コンクリート温度=18.0
圧縮強度試験体採取
標準養生= 7・14



3
二軸ミキサー
W/C=35.0%
スランプ=13.0cm
空気量=1.5%
コンクリート温度=18.0
圧縮強度試験体採取
標準養生= 7・14



4
振動ミキサー
W/C=45.0%
スランプ=13.5cm
空気量=1.6%
コンクリート温度=16.0
圧縮強度試験体採取
標準養生= 7・14



5
振動ミキサー
W/C=40.0%
スランプ=15.0cm
空気量=1.5%
コンクリート温度=16.0
圧縮強度試験体採取
標準養生= 7・14



6
振動ミキサー
W/C=35.0%
スランプ=16.0cm
空気量=1.6%
コンクリート温度=16.0
圧縮強度試験体採取
標準養生= 7・14



二軸ミキサー



振動ミキサー



圧縮試験体作成状況



実験値

セメント・水比と圧縮強度の関係式

材令 14 日・標準養生 (スラブ:12cm)

1. 試験値の整理計算

W/C(%)	%	C/W X	X ²	強度 Y	Y ²	X*Y
35.0	1	2.857	8.1624	52.0	2,704.00	148.56
40.0	2	2.500	6.2500	46.5	2,162.25	116.25
45.0	3	2.222	4.9373	40.1	1,608.01	89.10
	4					
	5					
合計	N= 3	7.579	19.3497	138.6	6,474.26	353.91
平均		2.526		46.20		

2. 相関係数関係および回帰直線式の算出

	算 出 式	計 算
相 関 係 数 の 算 出	$S(XX) = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$	$= 19.3497 - \frac{57.441}{3} = 0.2026197 = 0.2026$
	$S(YY) = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$	$= 6,474.26 - \frac{19,209.96}{3} = 70.940 = 70.94$
	$S(XY) = \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}$	$= 353.91 - \frac{1,050.45}{3} = 3.760 = 3.760$
の 検 定	$r = \frac{S(XY)}{\sqrt{S(XX) \cdot S(YY)}}$	$= \frac{3.76}{\sqrt{0.2026 \cdot 70.94}} = 0.991796411 = 0.991796$
	相関係数 =	0.991796 0.99692 (N= 3)
	不良率 P = 5%	判定 = 有意でない
回 帰 直 線 式	$f_c = a + b \cdot C/W$ $f_c = \frac{S(X \cdot Y)}{S(X \cdot X)} \cdot (C/W - \bar{C/W}) + \bar{Y}$	$f_c = \frac{3.760}{0.2026} \cdot (C/W - 2.526) + 46.20 =$
	$f_c = 18.56 \cdot C/W - 46.88 + 46.2$	但し : セメント水比
決 定 式	$F_c = -0.60 + 18.56 \cdot C/W$	$= 0.99180$
	$F_c 14 = -0.6 + 18.6 \cdot C/W$	

3. 信頼区間の算出

材令 14 日・標準養生
(スラブ:12cm)

各水セメント比に対する信頼区間(95%99%)

$$= (\text{圧縮強度と水セメント比式}) \pm t \text{分布のパーセント点の表より得られた値} * \text{SQR} (1/N + (C/W - C/Wの平均値)^2 / S(XX) * S^2 / (N - 2))$$

但し

$$S^2 = S(YY) - S(XY)^2 / S(XX) = 70.94 - 14.138 / 0.203 = 1.15915104$$

99%信頼区間 = 63.657

$$C/W = -0.6 + 18.6 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR} \left(\frac{1}{3} + \frac{(C/W - 2.5263)^2}{0.2026} \right) * 1.15915104 \quad (3 - 2)$$

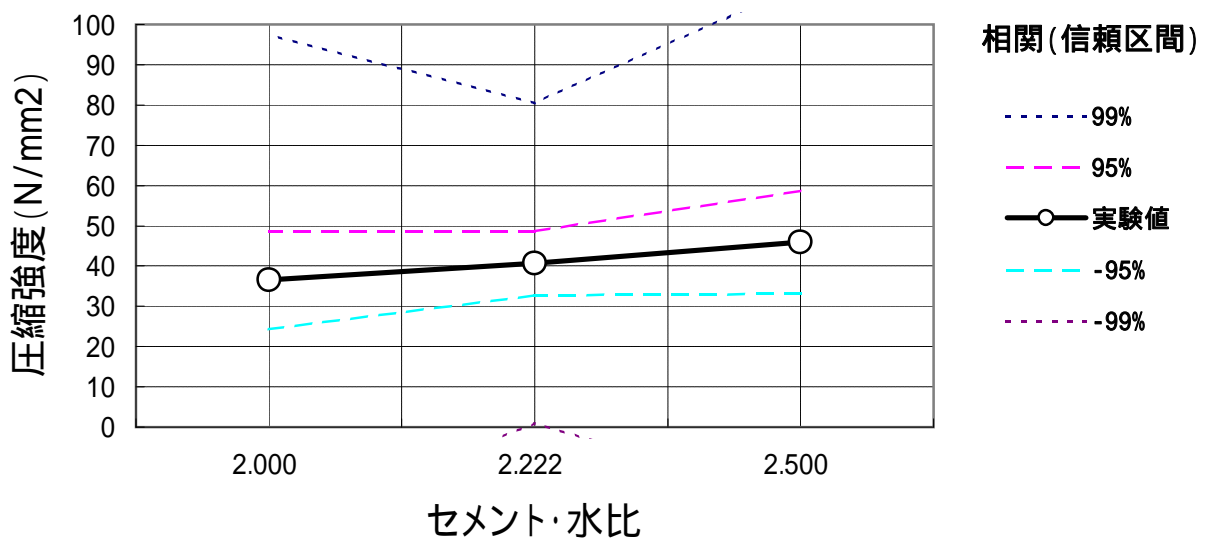
$$\begin{aligned} 2.857 &= -0.6 + 18.6 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR}((0.333 + 0.540) * 1.159) = 116.5 \sim -11.6 \\ 2.500 &= -0.6 + 18.6 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR}((0.333 + 0.003) * 1.159) = 85.6 \sim 6.0 \\ 2.222 &= -0.6 + 18.6 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR}((0.333 + 0.457) * 1.159) = 101.6 \sim -20.3 \end{aligned}$$

95%信頼区間 = 12.706

$$C/W = -0.6 + 18.6 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR} \left(\frac{1}{3} + \frac{(C/W - 2.5263)^2}{0.2026} \right) * 1.15915104 \quad (3 - 2)$$

$$\begin{aligned} 2.857 &= -0.6 + 18.6 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR}((0.333 + 0.540) * 1.159) = 65.2 \sim 39.6 \\ 2.500 &= -0.6 + 18.6 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR}((0.333 + 0.003) * 1.159) = 53.7 \sim 37.9 \\ 2.222 &= -0.6 + 18.6 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR}((0.333 + 0.457) * 1.159) = 52.8 \sim 28.5 \end{aligned}$$

図 - 2 セメント水比と圧縮強度の関係



実験値

セメント・水比と圧縮強度の関係式

材令 14 日・標準養生 (スラブ:12cm)

1. 試験値の整理計算

W/C(%)	%	C/W X	X ²	強度 Y	Y ²	X*Y
35.0	1	2.857	8.1624	52.3	2,735.29	149.42
40.0	2	2.500	6.2500	47.8	2,284.84	119.50
45.0	3	2.222	4.9373	45.5	2,070.25	101.10
	4					
	5					
合計	N= 3	7.579	19.3497	145.6	7,090.38	370.02
平均		2.526		48.53		

2. 相関係数関係および回帰直線式の算出

	算 出 式	計 算
相 関 係 数 の 算 出	$S(XX) = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$	$= 19.3497 - \frac{57.441}{3} = 0.2026197 = 0.2026$
	$S(YY) = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$	$= 7,090.38 - \frac{21,199.36}{3} = 23.927 = 23.93$
	$S(XY) = \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}$	$= 370.02 - \frac{1,103.50}{3} = 2.186 = 2.190$
の 検 定	$r = \frac{S(XY)}{\sqrt{S(XX) \cdot S(YY)}}$	$= \frac{2.19}{\sqrt{0.2026 \cdot 23.93}} = 0.994610512 = 0.994611$
	相関係数 = 不良率 P = 5%	= 0.994611 0.99692 (N= 3) 判定 = 有意でない
回 帰 直 線 式	$f_c = a + b \cdot C/W$ $f_c = \frac{S(X \cdot Y)}{S(X \cdot X)} \cdot (C/W - \bar{C/W}) + \bar{Y}$	$f_c = \frac{2.190}{0.2026} \cdot (C/W - 2.526) + 48.53 =$ $f_c = 10.81 \cdot C/W - 27.31 + 48.53$ 但し : セメント水比
決 定 式	$F_c = 21.20 + 10.81 \cdot C/W = 0.99461$	$F_c 14 = 21.2 + 10.8 \cdot C/W$

3. 信頼区間の算出

材令 14 日・標準養生
(スラブ:12cm)

各水セメント比に対する信頼区間(95%99%)

$$= (\text{圧縮強度と水セメント比式}) \pm t \text{分布のパーセント点の表より得られた値} * \text{SQR} (1/N + (C/W - C/Wの平均値)^2 / S(XX) * S^2 / (N - 2))$$

但し

$$S^2 = S(Y Y) - S(X Y)^2 / S(X X) = 23.93 - 4.796 / 0.203 = 0.25724580$$

99%信頼区間 = 63.657

$$C/W = 21.2 + 10.8 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR} \left(\frac{1}{3} + \frac{(C/W - 2.5263)^2}{0.2026} \right) * \frac{0.25724580}{(3 - 2)}$$

$$2.857 = 21.2 + 10.8 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR}((0.333 + 0.540) * 0.257) = 82.3 \sim 21.9$$

$$2.500 = 21.2 + 10.8 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR}((0.333 + 0.003) * 0.257) = 67.0 \sim 29.5$$

$$2.222 = 21.2 + 10.8 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR}((0.333 + 0.457) * 0.257) = 73.9 \sim 16.5$$

95%信頼区間 = 12.706

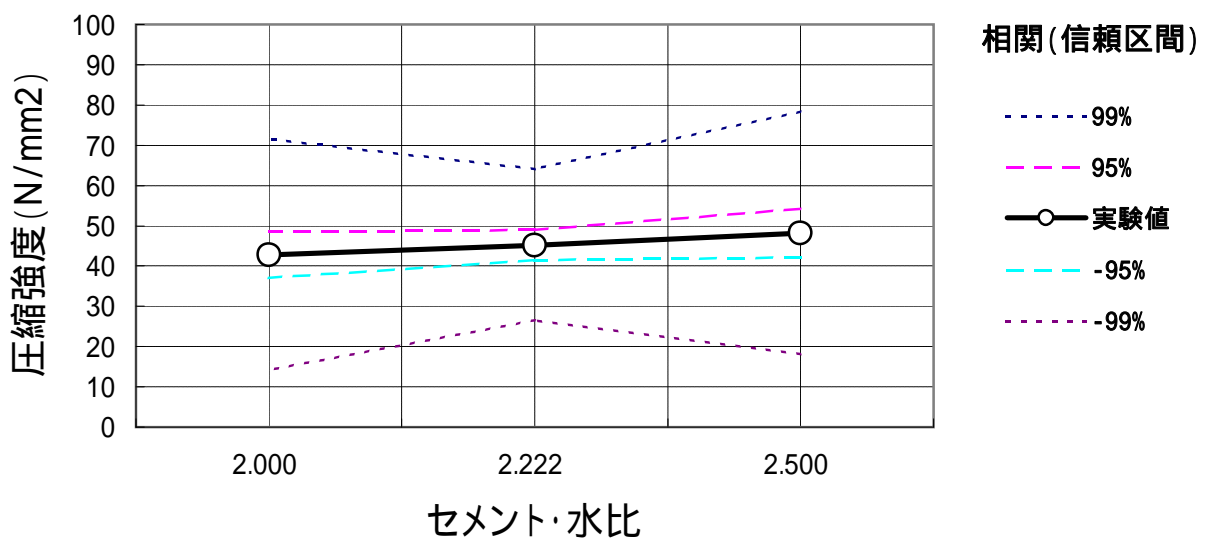
$$C/W = 21.2 + 10.8 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR} \left(\frac{1}{3} + \frac{(C/W - 2.5263)^2}{0.2026} \right) * \frac{0.25724580}{(3 - 2)}$$

$$2.857 = 21.2 + 10.8 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR}((0.333 + 0.540) * 0.257) = 58.1 \sim 46.1$$

$$2.500 = 21.2 + 10.8 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR}((0.333 + 0.003) * 0.257) = 52.0 \sim 44.5$$

$$2.222 = 21.2 + 10.8 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR}((0.333 + 0.457) * 0.257) = 50.9 \sim 39.5$$

図 - 2 セメント水比と圧縮強度の関係



実験値

セメント・水比と圧縮強度の関係式

材令 14 日・標準養生 (スラブ:12cm)

1. 試験値の整理計算

W/C(%)	%	C/W X	X ²	強度 Y	Y ²	X*Y
35.0	1	2.857	8.1624	54.8	3,003.04	156.56
40.0	2	2.500	6.2500	48.5	2,352.25	121.25
45.0	3	2.222	4.9373	44.7	1,998.09	99.32
	4					
	5					
合計	N= 3	7.579	19.3497	148	7,353.38	377.13
平均		2.526		49.33		

2. 相関係数関係および回帰直線式の算出

	算 出 式	計 算
相 関 係 数 の 算 出	$S(XX) = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$	$= 19.3497 - \frac{57.441}{3} = 0.2026197 = 0.2026$
	$S(YY) = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$	$= 7,353.38 - \frac{21,904.00}{3} = 52.047 = 52.05$
	$S(XY) = \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}$	$= 377.13 - \frac{1,121.69}{3} = 3.233 = 3.230$
の 検 定	$r = \frac{S(XY)}{\sqrt{S(XX) \cdot S(YY)}}$	$= \frac{3.23}{\sqrt{0.2026 \cdot 52.05}} = 0.994654919 = 0.994655$
	相関係数 =	0.994655 0.99692 (N= 3)
	不良率 P = 5%	判定 = 有意でない
回 帰 直 線 式	$f_c = a + b \cdot C/W$ $f_c = \frac{S(XY)}{S(XX)} \cdot (C/W - \bar{X}) + \bar{Y}$	$f_c = \frac{3.230}{0.2026} \cdot (C/W - 2.526) + 49.33 =$
	$f_c = 15.94 \cdot C/W - 40.26 + 49.33$	但し : セメント水比
決 定 式	$F_c = 9.00 + 15.94 \cdot C/W$	$= 0.99466$
	$F_c 14 = 9.0 + 15.9 \cdot C/W$	

3. 信頼区間の算出

材令 14 日・標準養生
(スラブ:12cm)

各水セメント比に対する信頼区間(95%99%)

$$= (\text{圧縮強度と水セメント比式}) \pm t \text{分布のパーセント点の表より得られた値} * \text{SQR} \left(\frac{1}{N} + \frac{(C/W - C/W \text{の平均値})^2}{S(XX)} * \frac{S^2}{(N - 2)} \right)$$

但し

$$S^2 = S(YY) - S(XY)^2 / S(XX) = 52.05 - 10.433 / 0.203 = 0.55493583$$

99%信頼区間 = 63.657

$$C/W = 9.0 + 15.9 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR} \left(\frac{1}{3} + \frac{(C/W - 2.5263)^2}{0.2026} \right) * 0.55493583$$

$$2.857 = 9.0 + 15.9 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR} \left(\frac{0.333 + 0.540}{0.555} \right) = 98.8 \sim 10.2$$

$$2.500 = 9.0 + 15.9 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR} \left(\frac{0.333 + 0.003}{0.555} \right) = 76.4 \sim 21.3$$

$$2.222 = 9.0 + 15.9 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR} \left(\frac{0.333 + 0.457}{0.555} \right) = 86.6 \sim 2.3$$

95%信頼区間 = 12.706

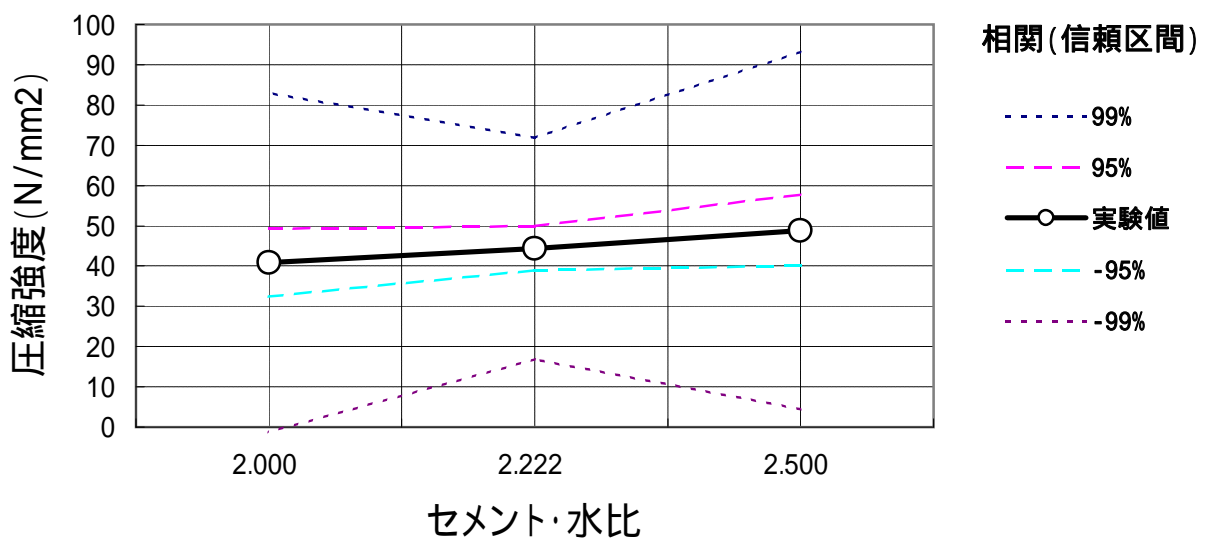
$$C/W = 9.0 + 15.9 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR} \left(\frac{1}{3} + \frac{(C/W - 2.5263)^2}{0.2026} \right) * 0.55493583$$

$$2.857 = 9.0 + 15.9 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR} \left(\frac{0.333 + 0.540}{0.555} \right) = 63.4 \sim 45.7$$

$$2.500 = 9.0 + 15.9 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR} \left(\frac{0.333 + 0.003}{0.555} \right) = 54.3 \sim 43.4$$

$$2.222 = 9.0 + 15.9 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR} \left(\frac{0.333 + 0.457}{0.555} \right) = 52.8 \sim 36.0$$

図 - 2 セメント水比と圧縮強度の関係



実験値

セメント・水比と圧縮強度の関係式

材令 14 日・標準養生 (スラブ:12cm)

1. 試験値の整理計算

W/C(%)	%	C/W X	X ²	強度 Y	Y ²	X*Y
35.0	1	2.857	8.1624	61.9	3,831.61	176.85
40.0	2	2.500	6.2500	53.4	2,851.56	133.50
45.0	3	2.222	4.9373	49.6	2,460.16	110.21
	4					
	5					
合計	N= 3	7.579	19.3497	164.9	9,143.33	420.56
平均		2.526		54.97		

2. 相関係数関係および回帰直線式の算出

	算 出 式	計 算
相 関 係 数 の 算 出	$S(XX) = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$	$57.441 - \frac{19.3497^2}{3} = 0.2026197 = 0.2026$
	$S(YY) = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$	$27,192.01 - \frac{164.9^2}{3} = 79.327 = 79.33$
	$S(XY) = \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}$	$420.56 - \frac{1,249.78}{3} = 3.968 = 3.970$
の 検 定	$r = \frac{S(XY)}{\sqrt{S(XX) \cdot S(YY)}}$	$\frac{3.97}{\sqrt{0.2026 \cdot 79.33}} = 0.990266435 = 0.990266$
	相関係数 = 不良率 P = 5%	= 0.990266 0.99692 (N= 3) 判定 = 有意でない
回 帰 直 線 式	$f_c = a + b \cdot C/W$ $f_c = \frac{S(X \cdot Y)}{S(X \cdot X)} \cdot (C/W - \bar{C/W}) + \bar{Y}$ $f_c = \frac{3.970}{0.2026} \cdot (C/W - 2.526) + 54.97 =$ $f_c = 19.6 \cdot C/W - 49.51 + 54.97$ 但し : セメント水比	
決 定 式	$F_c = 5.40 + 19.60 \cdot C/W = 0.99027$ $F_c 14 = 5.4 + 19.6 \cdot C/W$	

3. 信頼区間の算出

材令 14 日・標準養生
(スラブ:12cm)

各水セメント比に対する信頼区間(95%99%)

$$= (\text{圧縮強度と水セメント比式}) \pm t \text{分布のパーセント点の表より得られた値} * \text{SQR} \left(\frac{1}{N} + \frac{(C/W - C/W \text{の平均値})^2}{S(XX)} * \frac{S^2}{(N - 2)} \right)$$

但し

$$S^2 = S(YY) - S(XY)^2 / S(XX) = 79.33 - 15.761 / 0.203 = 1.53681145$$

99%信頼区間 = 63.657

$$C/W = 5.4 + 19.6 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR} \left(\frac{1}{3} + \frac{(C/W - 2.5263)^2}{0.2026} \right) * 1.53681145$$

$$\begin{aligned} 2.857 &= 5.4 + 19.6 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR}((0.333 + 0.540) * 1.537) = 135.1 \sim -12.3 \\ 2.500 &= 5.4 + 19.6 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR}((0.333 + 0.003) * 1.537) = 100.2 \sim 8.6 \\ 2.222 &= 5.4 + 19.6 * C/W \pm 63.66 * \text{SQR}((0.333 + 0.457) * 1.537) = 119.1 \sim -21.2 \end{aligned}$$

95%信頼区間 = 12.706

$$C/W = 5.4 + 19.6 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR} \left(\frac{1}{3} + \frac{(C/W - 2.5263)^2}{0.2026} \right) * 1.53681145$$

$$\begin{aligned} 2.857 &= 5.4 + 19.6 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR}((0.333 + 0.540) * 1.537) = 76.1 \sim 46.7 \\ 2.500 &= 5.4 + 19.6 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR}((0.333 + 0.003) * 1.537) = 63.5 \sim 45.3 \\ 2.222 &= 5.4 + 19.6 * C/W \pm 12.71 * \text{SQR}((0.333 + 0.457) * 1.537) = 63.0 \sim 34.9 \end{aligned}$$

図 - 2 セメント水比と圧縮強度の関係

