

『SS7』への SABTEC 指針 組み込み

作成者:ユニオンシステム

更新日:2017/7/5

1. 概要

『SS7』で、SABTEC 指針の組み込みとして以下の製品を使用できるようにする。

・スーパーフープ 685	KH685	岸和田金属株式会社・岸和田製鋼株式会社
・パワーリング 685	SPR685	東京鐵鋼株式会社
・Jフープ 785	JH785	JFE 条鋼株式会社
・GTS フープ 685	GSD685	合同製鐵株式会社

○ 対応表

「SABTEC 高強度せん断補強筋設計施工指針」(2016)の各項目について『SS7』での対応を以下に示す。SS7 の対応欄で、“○”は対応する項目、“×”は対応しない項目、“—”は該当する計算がない項目を示す。

章	内容	SS7 の対応
1 章 総則	適用範囲、準拠する指針等	—
2 章 材料	コンクリート、せん断補強筋等 呼び名の径は 10, 13, 16	○*1
3 章 設計の原則	横補強筋比 pw の適用範囲	○*2
4 章 許容応力度設計	4.1 許容応力度設計の方針	○
	4.2 許容応力度の算定	
	1 長期許容せん断力	○梁*3 ○柱
	2.短期許容せん断力	○
5 章 荒川 mean 式による 終局強度設計	5.1 設計条件	○
	5.2 せん断終局耐力の算定	○
	5.3 両端ヒンジ部材とみなせる柱の特別条件	×
6 章 修正塑性式による 終局強度設計	6.1 設計条件	○
	6.2 せん断終局耐力の算定	○
	6.3 両端ヒンジ部材とみなせる柱の特別条件	×
7 章 構造規定		×
8 章 施工		—
(付録) 修正靱性指針式 による終局強度設計		×

*1 :コンクリートの設計基準強度に関しては SABTEC 指針の適用範囲をチェックする。

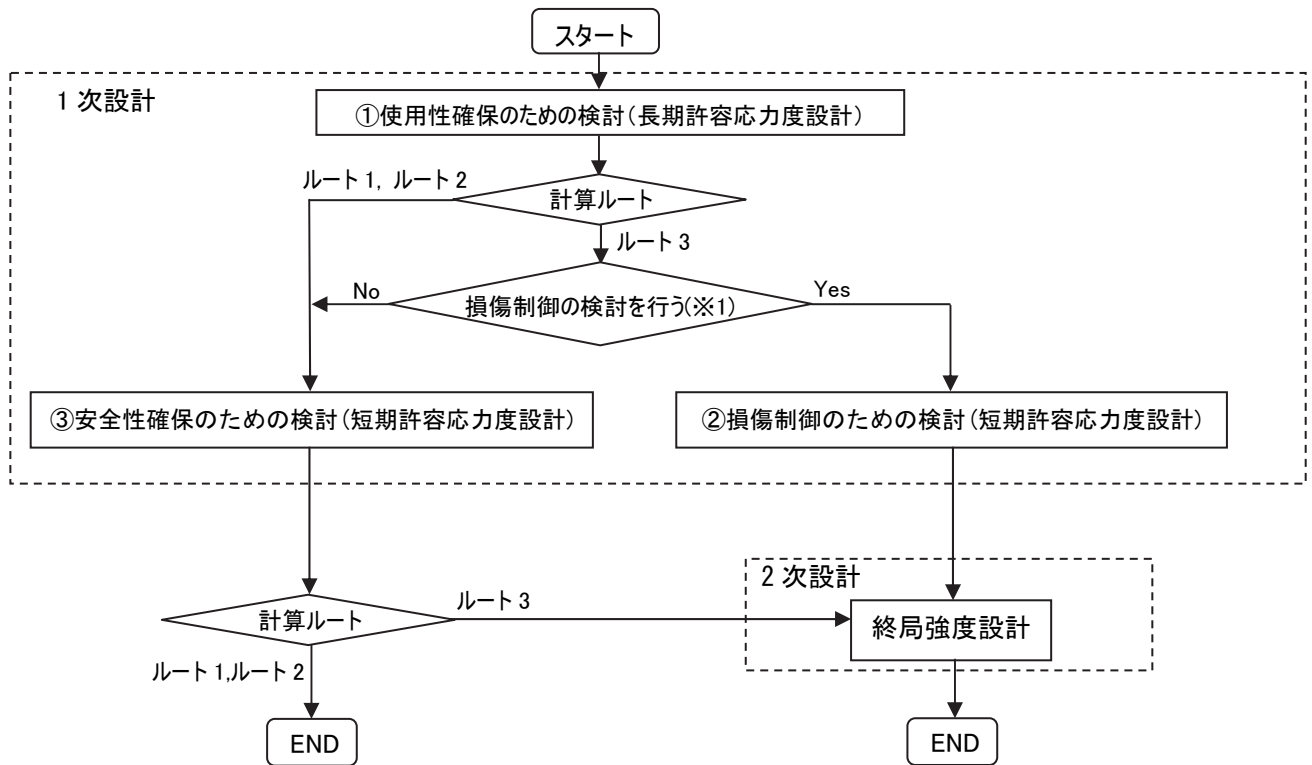
*2 :最小 pw については、SABTEC 指針と技術基準解説書(入力値)の両方を検討する。

*3 :梁の長期許容せん断力は常に(4.6)式を採用する。

(注) 章番号、節番号、式番号はすべて SABTEC 指針の記載と同じとする。

2. せん断力の設計方法(計算フロー)

- ①使用性確保のための検討(長期許容応力度設計)
長期荷重に対する設計は、荷重が長期間持続する場合にせん断ひび割れの発生を防止することで、使用性を確保することを目標とする。
- ②損傷制御のための検討(短期許容応力度設計)
耐用年数以内に数度は遭遇する程度の中地震に対しては、地震動の作用後の残留せん断ひび割れ幅が過大とならずに、損傷限界以下となることを目標とする。
- ③安全性確保のための検討(短期許容応力度設計)
耐用年数以内に一度遭遇するかもしれない程度の大地震時に対しては、せん断破壊を防止し、安全性を確保することを目標とする。(安全性確保のためのせん断設計)

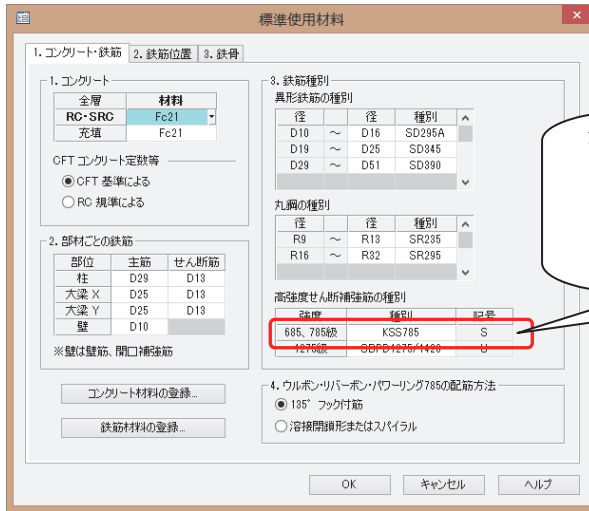


※1 入力指定による。

3. 入力内容

○ [4.1 標準使用材料－1.コンクリート・鉄筋－3.鉄筋種別]

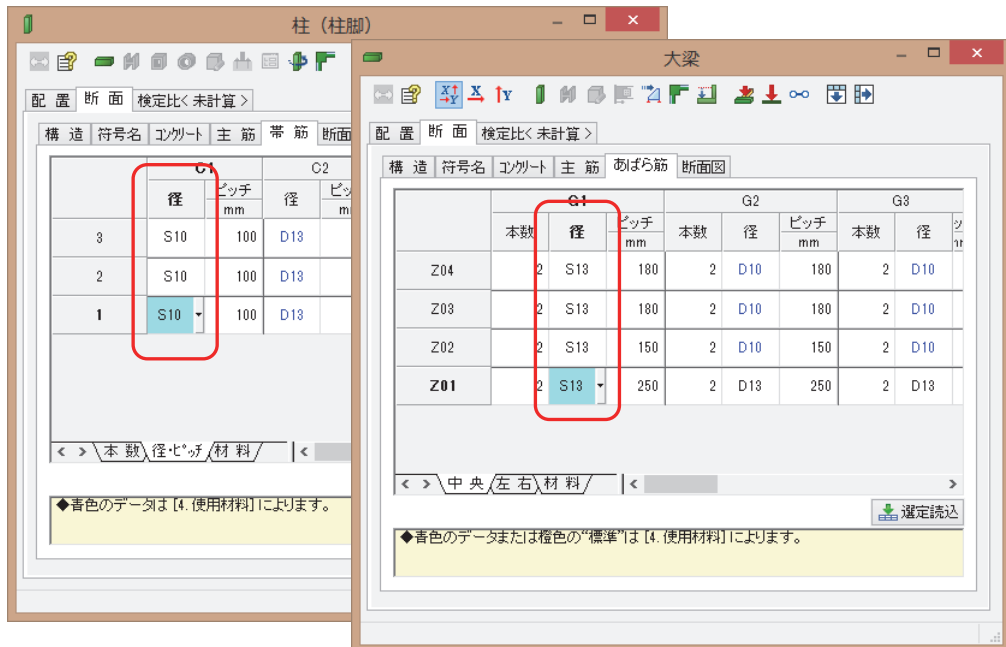
「高強度せん断補強筋の種別」の「685、785 級」に、以下の種別と記号で鉄筋を追加する。



追加する鉄筋	種別	記号
・J フープ 785	JH785	D
・GTS フープ 685	GSD685	GD
・スーパーフープ 685	KH685	K
・パワーリング 685	SPR685	TA

○ [7 部材配置－1.柱(柱脚)], [7 部材配置－2.大梁]

[4.1.標準使用材料]で、「685、785 級」の高強度せん断補強筋に今回対応する高強度せん断補強筋 4 種類のどれかを指定している場合、[7.1.柱(柱脚)－断面－帯筋－径・ピッチ]および[7.2.大梁－断面－あばら筋]の入力で、“径”に「S10」、「S13」、「S16」を選択することで、柱・梁のせん断補強筋に指定したものをを用いる事ができる。



○ [2.5 断面算定条件-2 RC 部材-2.せん断力に対する検討-2.ルート 3]

「高強度せん断補強筋使用部材」のダイアログに、「Jフープ 785」，“GTS フープ 685”用の指定を追加する。また、既存のスーパーフープ 785 用の指定を、785 級と 685 級で共有する。同様に、既存のパワーリング 785 用の指定を、785 級と 685 級で共有する。

○ [2.5 断面算定条件-2 RC 部材-3.ルート 2-3 せん断設計-5.高強度せん断補強筋使用部材]

ルート 2-3 で、せん断強度式に終局せん断耐力式を採用する場合、せん断耐力式の指定は他の高強度せん断補強筋の指定と共通とする。

なお、“荒川式(メーカー指針式)”を選択した場合は、荒川 mean 式によりせん断強度を計算する。また、この指定を変更した場合、[2.9 保有水平耐力計算条件-6 保証設計 1-2.RC 部材 保証設計の応力割増率] の入力値を自動で変更する。

○ [2.8 終局耐力計算条件-3 RC 終局耐力-10.高強度せん断補強筋使用部材]

終局せん断耐力式の指定は、「Qu 算定式」のダイアログにて、他の高強度せん断補強筋の指定と共通とする。なお、“荒川式(メーカー指針式)”を選択した場合は、荒川 mean 式によりせん断耐力を計算する。また、この指定を変更した場合、[2.9 保有水平耐力計算条件-6 保証設計 1-2.RC 部材 保証設計の応力割増率]の入力値を自動で変更する。

既存の項目名を“スーパーフープ 785”に変更する。

既存の項目名を“スーパーフープ 785 以外”に変更する。この入力指定により、今回対応するせん断補強筋に対しても指定を反映させる。

○ [2.9 保有水平耐力計算条件-6 保証設計 1-2.RC 部材 保証設計の応力割増率]

「高強度せん断補強筋使用部材」のダイアログにおいて、685 級に対し“GTS フープ 685”, “スーパーフープ 685”, “パワーリング 685”用の割増率を追加し、785 級に対し“J フープ 785”を追加する。すべての初期値は、両端ヒンジ梁=1.00, 柱=1.00, その他梁=1.10(≒1.2/1.1), 柱=1.14(≒1.25/1.1)とする。

以下の製品を追加

- ・ GTS フープ 685
- ・ スーパーフープ 685
- ・ パワーリング 685

以下の製品を追加&変更

- ・ J フープ 785
- ・ スーパーフープ 785
- ・ パワーリング 785

終局耐力算定式が変更された場合、この割増率も自動で以下の値に変更する。

荒川式を指定した場合

	両端ヒンジ	その他
梁	1.10	1.20
柱	1.10	1.25

塑性理論式を指定した場合

	両端ヒンジ	その他
梁	1.00	1.10
柱	1.00	1.14

4. 計算内容

4.1. 材料強度

[せん断補強筋強度(N/mm²)]

	長期	短期	材料強度
KH685	195	590	685
SPR685	195	590	685
JH785	195	590	785
GSD685	195	590	685

[鉄筋寸法]

呼び名				公称直径 (mm)	公称周長 (cm)	公称断面積 (cm ²)
KH685	SPR685	JH785	GSD685			
K10	TA10	D10	GD10	9.53	3.0	0.7133
K13	TA13	D13	GD13	12.7	4.0	1.267
K16	TA16	D16	GD16	15.9	5.0	1.986

4.2. 梁・柱の許容せん断力に対する算定

4.2.1. 長期荷重時のせん断力に対する使用性確保のための検討(ルート1、ルート2、ルート3)

[許容せん断力]

$$QAL = b \cdot j \cdot \alpha \cdot fs \quad \dots (4.5) \text{式}$$

$$QAL = b \cdot j \cdot \{\alpha \cdot fs + 0.5wft \cdot (pw - 0.002)\} \quad \dots (4.6) \text{式}$$

・長期許容せん断力は(4.5)式による。

ただし、梁は、長期荷重によるせん断ひび割れの発生を許容する場合、(4.6)式により算定してもよい。

⇒『SS7』では常に(4.6)式により算定する。

・ α はせん断スパン比による割増係数で梁は $1 \leq \alpha \leq 2$ 、柱は $1 \leq \alpha \leq 1.5$ とする。

・ Pw の下限値は0.2%、上限値は0.6%とする。 Pw が0.6%を超える場合は0.6%として許容せん断力を計算する。

[設計用せん断力]

明記なし。

$$\Rightarrow QDL = QL$$

QL: 断面算定位置におけるせん断力を採用

4.2.2. 短期荷重時のせん断力に対する損傷制御のための検討(ルート3)

[許容せん断力]

$$\text{梁} : QAS = b \cdot j \cdot \{\beta c \cdot \alpha \cdot fs + 0.5wft \cdot (pw - 0.001)\} \quad \dots (4.8) \text{式}$$

$$\text{ここで、} \beta c = 1 - (100pw - 0.2) / 3 \quad \dots (4.9) \text{式}$$

ただし、梁内法スパン長比(Lo/D) < 3 の場合、 $\beta c = 2/3$ とする。

$$\text{柱} : QAS = b \cdot j \cdot \{\beta co \cdot \alpha \cdot fs + 0.5wft \cdot (pw - 0.001)\} \quad \dots (4.10) \text{式}$$

$$\text{ここで、} \beta co = \{1 - (1 - 2/3\alpha)\} \cdot (100pw - 0.2) \quad \dots (4.11) \text{式}$$

ただし、柱内法高さ比(ho/D) < 2.5 の場合、 $\beta co = 2/3$ とする。

・梁の場合 $1 \leq \alpha \leq 2$ 、柱の場合 $1 \leq \alpha \leq 1.5$ とする。

・ pw は以下とし、 pw の上限を超えた場合は、上限値を用いて計算する。

$$685 \text{ 級} : 0.2\% \leq pw \leq (1.2\% \text{ と } 1.2\% \cdot Fc / 27 \text{ の小さい値})$$

$$785 \text{ 級} : 0.2\% \leq pw \leq (1.2\% \text{ と } 1.0\% \cdot Fc / 27 \text{ の小さい値})$$

[設計用せん断力]

梁、柱ともに以下の(4.1)式とする。

$$QDS = QL + QE \quad \dots (4.1) \text{式}$$

$$\Rightarrow QDS = QL + n \cdot QE$$

n: [2.5 断面算定条件-2 RC 部材-2.せん断力に対する検討-2.ルート3-[高強度せん断補強筋使用部材]において入力した割増率による。

4.2.3. 大地震動に対する安全性確保のための検討(ルート1、ルート2、ルート3)

[許容せん断力]

損傷制御のための検討に用いた βc 、 βco を 1 として QAS を計算する。

⇒つまり下式で計算する。

$$\text{梁} : QAS = b \cdot j \cdot \{\alpha \cdot fs + 0.5wft \cdot (pw - 0.001)\}$$

$$\text{柱} : QAS = b \cdot j \cdot \{fs + 0.5wft \cdot (pw - 0.001)\}$$

- ・梁の場合の α は $1 \leq \alpha \leq 2$ とする。
- ・ pw は以下とし、 pw の上限を超えた場合は、上限値を用いて計算する。
 685 級 : $0.2\% \leq pw \leq (1.2\% \text{ と } 1.2\% \cdot Fc/27 \text{ の小さい値})$
 785 級 : $0.2\% \leq pw \leq (1.2\% \text{ と } 1.0\% \cdot Fc/27 \text{ の小さい値})$

[設計用せん断力]

梁 : $QD=QL+\Sigma BMy/l_0 \dots(4.2)$ 式

柱 : $QD=QD+\Sigma CMy/h_0 \dots(4.3)$ 式

ただし、せん断力の割増係数 n を 1.5 以上とする場合には、柱、梁ともに下式によることができる。

$$QD=QL+n \cdot QE \dots(4.4)$$
式

⇒ルート 2-3 以外の場合、[2.5 断面算定条件-2 RC 部材-2.せん断力に対する検討-

1.ルート 1、2-1、2-2、3(安全性確保の検討)]の指定("つぎのどちらか小さい方" or " $QD=Q_0+Q_y$ " or " $QD=QL+nQE$ ")を考慮する。ルート 2-3 については $QD=Q_0+\alpha QM$ とする。

⇒ n は、ルート 2-3 以外の場合、[2.5 断面算定条件-2 RC 部材-2.せん断力に対する検討-

1.ルート 1、2-1、2-2、3(安全性確保の検討)-割増率 n]の入力値による。

ルート 2-3 の場合、[2.5 断面算定条件-2 RC 部材-3.ルート 2-3 せん断設計-4.割増率 α] の入力値による。

4.3. 梁・柱の終局せん断力に対する算定

4.3.1. 終局せん断耐力

[2.8 終局耐力計算条件-3.RC 終局耐力-10.高強度せん断補強筋使用部材]の「 Q_u 算定式」で、塑性理論と荒川式のどちらかを選択する。靱性指針式には対応しない。

【塑性理論に基づくせん断耐力】

$$Q_u = \min(Q_{su}, Q_{BU}) \dots (6.3)$$
式

Q_{su} : せん断破壊によって決まる終局せん断耐力

Q_{BU} : 付着割裂破壊によって決まる終局せん断耐力

$$Q_{su} = pw \cdot \sigma_{wy} \cdot b \cdot jt + \lambda_1 \cdot (1 - \lambda_2) \cdot b \cdot D \cdot v \cdot Fc \dots (6.4)$$
式

$$\lambda_1 = [\sqrt{\{(L/D)^2 + 1\}} - (L/D)] / 2$$

$$\lambda_2 = 2 \cdot pw \cdot \sigma_{wy} / (v \cdot Fc)$$

$$v = 0.7 \cdot (0.7 - Fc / 200)$$

pw は以下とし、 pw の上限を超えた場合は、上限値を用いて計算する。

685 級 : $0.2\% \leq pw \leq (1.2\% \text{ と } 1.2\% \cdot Fc/27 \text{ の小さい値})$

785 級 : $0.2\% \leq pw \leq (1.2\% \text{ と } 1.0\% \cdot Fc/27 \text{ の小さい値})$

$pw \cdot \sigma_{wy}$ が $v \cdot Fc/2$ を超える場合は、 $pw \cdot \sigma_{wy} = v \cdot Fc/2$ とする。

σ_{wy} が $25Fc$ を超える場合は、 $\sigma_{wy} = 25Fc$ とする。

$$Q_{BU} = \tau_b \cdot \Sigma \phi \cdot jt + \lambda_1 \cdot (1 - \lambda_3) \cdot b \cdot D \cdot v \cdot Fc \dots (6.5)$$
式

$$\lambda_3 = 2 \cdot \tau_b \cdot \Sigma \phi / (b \cdot v \cdot Fc) \leq 1.0$$

$$\tau_b = k_0 \cdot \{0.0961 \cdot b_i + 0.134 + 7.8 \cdot A_w \cdot h / (x \cdot N \cdot db)\} \cdot \sqrt{Fc} \dots (6.6)$$
式

$$b_i = \min(b_{vi}, b_{ci}, b_{si})$$

(6.6)式中の h は、 b_i に応じて以下によるものとする。

$$b_i = b_{vi} \text{ のとき } h = 0$$

$$b_i = b_{ci} \text{ のとき } h = \sqrt{2}$$

$$b_i = b_{si} \text{ のとき } h = 1.0 + 0.85(n-2)/N$$

梁の場合 $k_0 = 1.0$ 、柱の場合 $k_0 = 1.22$ とする。

A_w : 1 組のせん断補強筋断面積

ただし、式(6.6)式において $b_i = b_{ci}$ のときは、コーナー主筋を拘束する横補強筋 2 本分の断面積とする。

n : 1 組のせん断補強筋の足の数、ただし、 n が 4 を超える場合は $n = 4$ とする。

N : 外側 1 列の引張鉄筋の本数、ただし、(6.6)式において $b_i = b_{ci}$ のときは、 $N = 2$ とする。

db : 引張鉄筋の呼び名に用いる値

ただし、径の異なる主筋が配置される場合、(6.6)式中の $N \cdot db$ は、それぞれの鉄筋直径の和 (Σdb) とする。

【荒川 mean 式】

梁: $Q_u = \{0.068pt^{0.23} \cdot (F_c + 18)\} / \{M/(Q_d) + 0.12\} + 0.85\sqrt{pw \cdot \sigma_wy} \cdot b \cdot j \cdots (5.3)$ 式

柱: $Q_u = \{0.068pt^{0.23} \cdot (F_c + 18)\} / \{M/(Q_d) + 0.12\} + 0.85\sqrt{pw \cdot \sigma_wy} + 0.1\sigma_o \cdot b \cdot j \cdots (5.4)$ 式

ただし、引張軸力を受ける柱は(5.5)式とする。

$Q_u = (pw \cdot \sigma_wy) \cdot b \cdot j \cdots (5.5)$ 式

ただし、 $1 \leq M/(Q_d) \leq 3$ とする。

pw は以下とし、 pw の上限を超えた場合は、上限値を用いて計算する。

685 級 : $0.2\% \leq pw \leq (1.2\%、1.2\% \cdot F_c / 27)$ または、入力値*のうち小さい値)

785 級 : $0.2\% \leq pw \leq (1.2\%、1.0\% \cdot F_c / 27)$ または、入力値*のうち小さい値)

※[2.8 終局耐力計算条件-3 RC 終局耐力-9.荒川式最大 pw 、靱性指針式 $R_p \cdot Ru$]における入力値の事を指す。

σ_o が $0.4F_c$ を超える場合は、 $\sigma_o = 0.4F_c$ とする。

4.3.2. せん断設計(保証設計)

設計用せん断力の算定における応力割り増しは、入力値([2.9 保有水平耐力計算条件-6.保証設計-2.RC 部材 保証設計の応力割増率-高強度せん断補強筋使用部材]で指定した割増率)による。

また、せん断耐力式を「荒川式」としている場合は、保証設計を満足するために必要な P_w を計算する。

せん断耐力式が「塑性理論式」の場合は、必要 P_w の計算は行わない。

4.4. その他

4.4.1. 耐震壁の断面算定

耐震壁の許容せん断力は 2010 年度版 RC 規準を参考にして計算する。壁板周辺の柱一本が負担できる許容水平せん断力 Q_c は、安全性確保のための検討における許容せん断力を用いて、以下で計算する。

$Q_c = b \cdot j \cdot \{\alpha fs + 0.5wft(pw - 0.001)\}$

α : 拘束効果による割増係数。両側柱付き壁では $\alpha = 1.5$ 、それ以外では $\alpha = 1.0$ 。

pw は以下とし、 pw の上限を超えた場合は、上限値を用いて計算する。

685 級 : $0.2\% \leq pw \leq (1.2\% \text{ と } 1.2\% \cdot F_c / 27 \text{ の小さい値})$

785 級 : $0.2\% \leq pw \leq (1.2\% \text{ と } 1.0\% \cdot F_c / 27 \text{ の小さい値})$

4.4.2. 使用コンクリートの適用範囲外メッセージ

高強度せん断補強筋を使用した梁・柱で、適用範囲(普通コンクリートで $F_c 21N/mm^2$ 以上かつ $60N/mm^2$ 以下)外のコンクリートが使用されている場合、断面算定時に以下のメッセージを出力する。

「W0619 RC 梁のコンクリート設計基準強度が高強度せん断補強筋の適用範囲外です。」

「W0636 RC 柱のコンクリート設計基準強度が高強度せん断補強筋の適用範囲外です。」

5. 出力内容

5.1. 使用材料

“スーパーフープ 685”、“パワーリング 685”、“Jフープ 785”、“GTSフープ 685”を使用した場合、結果ツリー[2.5.使用材料→3.鉄筋材料]に、本仕様書「4.1 節 材料強度」で示した鉄筋名と材料強度を出力する。たとえば GTS フープ 685 の場合は「GD○○」と表記する。

5.2. 断面算定表

使用材料の情報として、断面算定表のヘッダ部分に使用鉄筋と材料の情報を出力します。

ここで出力する鉄筋径は、本仕様書「4.1 節 材料強度」で示した呼び名で表記する。たとえば GTS フープ 685 の場合は「GD○○」と表記する。

The screenshot displays a software window titled "RC断面算定表 - 結果1". The main table lists material properties for concrete and reinforcement. A callout box points to the reinforcement material name "U7.1 - U12.6 [SFPD1275/1420]" and states: "材料情報は、本仕様書「4.1 節 材料強度」で示した呼び名で表記する。たとえば GTS フープ 685 の場合 「GD10 - GD16 [GSD685]」と表記する。". Another callout box points to the reinforcement diameter "2-K10@180" and states: "材料情報は、本仕様書「4.1 節 材料強度」で示した呼び名で表記する。たとえば GTS フープ 685 の場合 「2-GD10@200」と表記します。". The table includes columns for material type (コンクリート), strength (fc, fs), reinforcement type (鉄筋), and various design parameters (位置, ML, ME+, ME-, MS, etc.).

5.3. メッセージ一覧

今回対応する“スーパーフープ 685”、“パワーリング 685”、“Jフープ 785”、“GTSフープ 685”に関する計算中のメッセージです。

- W0034 鉄筋径と鉄筋材料の指定に不整合があります。
- X0062 SRC 部材に高強度せん断補強筋が使用されています。
- C0612 RC 梁で Pw が Pwmin 未満になっています。
- W0619 RC 梁のコンクリート設計基準強度が高強度せん断補強筋の適用範囲外です。
- C0620 RC 梁で Pw が計算式の上限を超えています。
- C0632 RC 柱で Pw が Pwmin 未満になっています。
- W0636 RC 柱のコンクリート設計基準強度が高強度せん断補強筋の適用範囲外です。
- C0638 RC 柱で Pw が計算式の上限を超えています。