

付着検討・付着割裂破壊検討に関する運用と 「BUILD.一貫V」での対応に関する最新情報

2019年4月
株式会社 構造ソフト

はじめに

2016年6月に『技術基準改訂による付着検討・付着割裂破壊検討の取り扱いについてわかりやすく解説』と題して、「建築物の構造関係技術基準解説書」（以下、技術基準と表記）の2007年版から2015年版への改版により、付着検討および付着割裂破壊検討に関して、何が変わったのかを説明しました。

現在、技術基準(2015)での運用が基本となっていますが、技術基準(2015)での付着検討および付着割裂破壊検討で求められている必須内容、ならびに弊社の一貫構造計算プログラム「BUILD.一貫V」での対応、前回（2016年6月）の説明からの変更点について、あらためてまとめて説明して欲しいというご意見・ご要望を多く頂きましたので、これらについて説明いたします。

1. 技術基準(2015)での付着検討、付着割裂傷破壊検討

技術基準(2015)では、以下の検討が求められています。

- (1) 許容応力度計算の付着検討は、「鉄筋コンクリート構造計算規準」（以下、RC規準と表記）の2010年版を使い、 $\tau a1$ による検討または $\tau a2$ による検討を満足させなければならない。
- (2) 付着割裂破壊の検討方法は、「鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説」の式（以下、靱性指針による付着割裂破壊検討と表記）が基本の検討方法となり、RC規準(2010)の大地震動に対する安全性確保のための検討（以下、RC規準による付着割裂破壊検討と表記）を使って検討してもよい。
- (3) 付着割裂破壊の検討は、計算ルート3だけではなく、計算ルート1, 2でも必要。（建築行政情報センター（以下、ICBAと表記）のQ&A No.19による）
- (4) 計算ルート1, 2での付着割裂破壊の検討は、RC規準(2010)15条2.(3)の許容せん断力式を使ったせん断破壊の検討で付着割裂破壊の検討も兼ねられるが、カットオフ筋がある場合は、靱性指針による付着割裂破壊検討あるいはRC規準による付着割裂破壊検討が必要。（ICBA・Q&A No.19による）

2. 「BUILD.一貫V」での付着および付着割裂破壊に関する制御データ

技術基準(2015)に準じた検討をする場合は、前ページで説明したように、許容応力度計算では、 $\tau a1$ による検討か $\tau a2$ による検討を満足させ、計算ルート1, 2においては、カットオフ筋がある場合には付着割裂破壊しないことの確認が求められ、計算ルート3についても部材種別をFA~FCにするために、付着割裂破壊しないことの確認が必要です。

「BUILD.一貫V」では、計算実行時の技術基準モードとして「2015年版」(※1)を選択すると、技術基準(2015)に準じた計算ができるようになっています。

技術基準モードを「2015年版」にした場合、デフォルト設定で、以下の検討を行います。

- ・許容応力度計算の付着検討

RC規準(2010)の $\tau a1$ による検討を行います。

(許容応力度計算データの[DCR1] (RC造大梁と柱の付着・定着の検討)で $\tau a2$ による検討や、 $\tau a1, \tau a2$ の両方で検討する設定が可能です。 $\tau a1, \tau a2$ の両方で検討する設定の場合は、いずれかの検討でOKの場合はOK判定となります。両方とも満足しない場合はNGとして適用範囲外メッセージを出力します。)

- ・計算ルート1, 2の付着割裂破壊検討

柱及びカットオフ筋を有する梁に関して、靱性指針による付着割裂破壊検討を行います。

(許容応力度計算データの[DCR1] (RC造大梁と柱の付着・定着の検討)の7項目の選択により、カットオフ筋の有無に関わらず、全てのRC大梁を検討対象とすることも可能です。RC規準による付着割裂破壊検討は、梁については[DCR1]の5項目、柱については[DCR1]の6項目の選択により可能です(※2)。)

- ・計算ルート3の付着割裂破壊検討

靱性指針による付着割裂破壊検討を行います。

(保有水平耐力計算データの[ULA4] (部材特性の計算条件)の16項目で、RC規準による付着割裂破壊検討を選択することもできます。)

※1: 技術基準モードとして「2015年版」を選択するには、「BUILD.一貫V・2015年版 技術基準オプション」のライセンスが必要です。

※2: 計算ルート1, 2の付着割裂破壊検討をRC規準による方法で行う選択は、「BUILD.一貫V」Ver.2.17以降で対応しています。

3. 前回(2016年6月)の説明以後、ICBAのQ&A等により処理変更した内容

(1) 余耐力法を使った場合の $\Delta\sigma$ に関する処理変更

靱性指針による付着割裂破壊の検討に使う $\Delta\sigma$ (終局時の部材両端部の主筋の応力度の差)は降伏ヒンジの発生状態によって設定する値が変わります。以前は、降伏ヒンジの発生状態は、Ds算定用荷重増分解析終了時で曲げ降伏している場合を降伏ヒンジが発生していると判断して $\Delta\sigma$ を設定していましたが、Ver.2.03以降では、Ds算定時想定崩壊メカニズム時の状態で曲げ破壊しているか曲げ破壊が想定される場合に、降伏ヒンジが発生していると判断して $\Delta\sigma$ を設定するように処理変更しました。つまり、余耐力法を使っている場合はDs算定用荷重増分解析終了時で曲げ降伏していなくても、曲げ破壊が想定される場合は降伏ヒンジが発生した部材と判断して $\Delta\sigma$ を設定しますので、終局時の状態により近い状況で判断するという扱いになります。

靱性指針による付着割裂破壊検討におけるカットオフ筋の必要長さを算定する際の σ_{yu} (主筋の上限強度算定用強度)の設定における降伏ヒンジの発生の有無の判断も同様です。

Ds算定時想定崩壊メカニズム時の状態で曲げ破壊しているか、曲げ破壊が想定される場合は、 $\sigma_{yu}=1.25\sigma_y$ で計算します(係数1.25は、SD345,SD390の時。SD295の場合の係数は1.30)。曲げ破壊しておらず、曲げ破壊も想定されない場合は、 $\sigma_{yu}=\sigma_y$ で計算します。

(2) カットオフ筋を有する大梁の靱性指針による付着割裂破壊検討に関する処理変更

靱性指針の「6章 柱および梁のせん断と付着に対する設計 6.8 付着に対する設計 6.8.1 設計方針」では、以下の記述がありますので、「付着信頼強度」の検討と「付着破壊の影響を考慮したせん断信頼強度」の検討のどちらかを満足すれば、総合判定としてOKと考えてもよいこととなります。

“柱および梁部材では終局限界状態における主筋の設計用付着応力度 τ_f が付着信頼強度 τ_{bu} を下回ること(付着強度の確保)を原則とする。ただし、設計用作用せん断力が、付着破壊の影響を考慮したせん断信頼強度 V_{bu} を下回ることを確認すれば、付着強度を確保しなくてもよい。”

しかし、2017年8月1日に追加されたICBAのQ&A No.57の見解では、カットオフ筋を有する梁については「付着信頼強度」の検討と「付着破壊の影響を考慮したせん断信頼強度」の検討のどちらかを満足させればよいというわけではなく、「付着信頼強度」の検討を必ずOKにしなければならないということになります。

「BUILD.一貫V」ではVer.2.13での処理変更で、カットオフ筋を有する梁については、「付着破壊の影響を考慮したせん断信頼強度」の判定を行わないようにして、以下のように、付着信頼強度の検討のみでOK/NGを判定するようにしました。

§ 11.7.7. 靱性指針による大梁の付着割裂破壊の検討

※凡例を省略して表示しています。

§ 11.7.7.1. X方向左加力

$\tau f \leq \tau bu$ の場合がOKです。

階	通り	軸(i)	符号	部位	L	db at	Δo bsi	d bci	ld oB	LD kst	$\alpha 2$	τf τbu	判定							
1F	YO	X0	G1	左下1段目(通し筋)	6000	22	776	1104	-	-	0.88	-	0.87	OK						
				左下1段目(カットオフ筋)	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-					
				左下2段目(通し筋)	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-					
				左下2段目(カットオフ筋)	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-					
				右上1段目(通し筋)	6000	22	776	1104	-	-	-	-	-		0.87					
				右上1段目(カットオフ筋)	-	-	-	-	-	-	-	-	-		2.43					
				右上2段目(通し筋)	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-					
				右上2段目(カットオフ筋)	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-					
				RF	YO	X1	G2	左下1段目(通し筋)	5750	22	863	637	-		-	-	-	0.93	OK	
								左下1段目(カットオフ筋)	-	-	-	-	-		-	-	-	-		5.93
								左下2段目(通し筋)	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
								左下2段目(カットオフ筋)	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-
								右上1段目(通し筋)	5750	22	863	637	-		-	-	-	-		0.93
								右上1段目(カットオフ筋)	-	-	-	-	-		-	-	-	-		2.69
右上2段目(通し筋)	5750	22	431					637	1605	1519	-	-	-	2.69						
右上2段目(カットオフ筋)	-	-	-					-	-	-	-	-	-	-						

カットオフ筋が無い大梁

カットオフ筋を有する大梁

§ 11.7.8. 靱性指針による付着破壊の影響を考慮した大梁のせん断信頼強度の検討

※凡例を一部省略して表示しています。

付着判定：付着信頼強度による検討の判定結果
 総合判定：上記*1~*5に該当しない場合で、全ての部位で $\tau f < \tau bu$ がOKあるいは両端の $Q < Vbu$ がOKの場合はOK

※カットオフ筋を有する梁については、各計算値を参考出力としています
 (判定を行わずに、判定欄には“-”を出力します)

§ 11.7.8.1. X方向左加力

$Vbu \geq Q$ の場合がOKです。

付着信頼強度の判定結果(上の出力)を出力しています。

階	通り	軸(i)	符号	部位	b λ	D v	be Rp	ie vθ	oB tan θ	Tx Vbu	Q	判定	付着 判定	総合 判定
1F	YO	X0	G1	左端	400	1200	324	1047	27	725	-172	OK	OK	OK
				右端	0.8216	0.420	0.01279	0.565	0.0900	857	680			
				右端	400	1200	324	1047	27	680	172			
RF	YO	X1	G2	左端	350	700	305	610	24	757	-85	-	OK	OK
				右端	0.7500	0.478	0.00879	0.580	0.0548	484	544			
				右端	350	700	305	610	24	544	379			

カットオフ筋が無い場合は判定を出力

4. よくあるご質問

皆様からよくいただく、ご質問に関して説明します。

Q1. 付着割裂破壊の検討で出力しているカットオフ筋の長さldは？

カットオフ筋の必要長さがヒンジ発生位置からの長さ(※3)として算出されるので、カットオフ筋の長さもヒンジ発生位置からの長さ(※3)を出力しています。

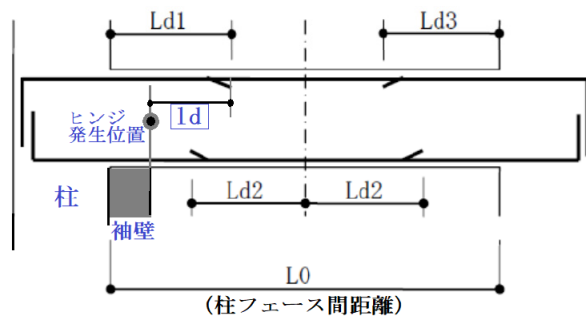
※3：計算ルート1，2の検討では、ヒンジ発生位置からの長さではなく水平荷重時の断面計算位置からの長さとなります。

$$\text{左端、右端} \quad : L_{d1} = L_{d3} = \frac{L_0}{4} + \alpha_1 \cdot d_b$$

$$\text{中央} \quad : L_{d2} = \frac{L_0}{4} + \alpha_2 \cdot d_b$$

ここで、 d_b ：鉄筋径

付着割裂破壊検討で出力している
カットオフ長は、下図のldの長さを入力



【カットオフ筋の長さldの計算例】

条件：

柱フェース間距離：6000mm 鉄筋径(呼び径)：22mm 梁左端の袖壁長さ：1000mm
 $\alpha_1=15$ (α_1 はデフォルトでは15。許容応力度計算データの[DES9]で直接入力可能)

計算過程：

柱フェースからカットオフ端までの長さ(L_{d1}) $=6000/4+15 \times 22=1830\text{mm}$

$ld=L_{d1}-[\text{袖壁長さ}]=1830-1000=830\text{mm}$

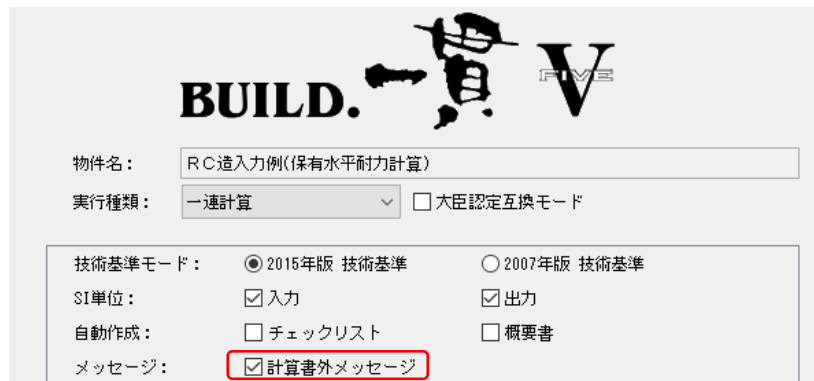
Q2. NGの場合のメッセージ出力については？

付着検討についてはNGの場合に計算書に適用範囲外メッセージを出力します。付着割裂破壊検討についてはNGの場合でも計算書にはメッセージは出力していません。付着割裂破壊検討は、靱性指針による方法、RC規準による方法がありますし、他の判断手段もあります。ある検討方法でNGになったからといって、他の検討ではOKになる場合もあるので、最終的には設計者にて総合的に判断していただく上での参考資料的な位置付けで、付着割裂破壊検討の結果を出力していて、計算書でのメッセージ出力は控えています。

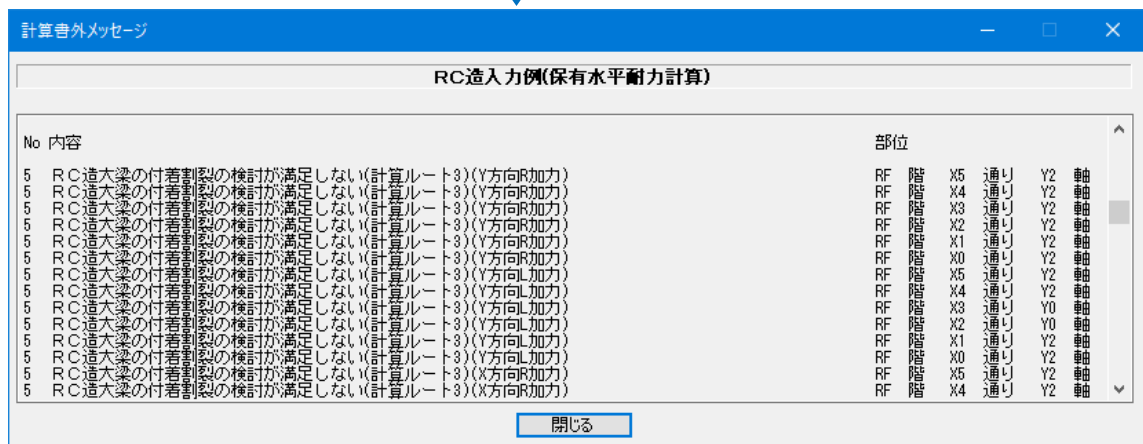
ただ、メッセージが無いとNG箇所の確認に手間を要してしまいますので、「計算書外メッセージ」でNG箇所を画面表示で確認できる機能を用意しています。

【計算書外メッセージ】

計算実行画面で「計算書外メッセージ」にチェックを入れて計算実行



↓ 付着割裂破壊検討でNGの箇所を画面表示



No	内容	部位
5	RC造大梁の付着割裂の検討が満足しない(計算ルート3)(Y方向R加力)	RF 階 X5 通り Y2 軸
5	RC造大梁の付着割裂の検討が満足しない(計算ルート3)(Y方向R加力)	RF 階 X4 通り Y2 軸
5	RC造大梁の付着割裂の検討が満足しない(計算ルート3)(Y方向R加力)	RF 階 X3 通り Y2 軸
5	RC造大梁の付着割裂の検討が満足しない(計算ルート3)(Y方向R加力)	RF 階 X2 通り Y2 軸
5	RC造大梁の付着割裂の検討が満足しない(計算ルート3)(Y方向R加力)	RF 階 X1 通り Y2 軸
5	RC造大梁の付着割裂の検討が満足しない(計算ルート3)(Y方向R加力)	RF 階 X0 通り Y2 軸
5	RC造大梁の付着割裂の検討が満足しない(計算ルート3)(Y方向R加力)	RF 階 X5 通り Y2 軸
5	RC造大梁の付着割裂の検討が満足しない(計算ルート3)(Y方向L加力)	RF 階 X4 通り Y2 軸
5	RC造大梁の付着割裂の検討が満足しない(計算ルート3)(Y方向L加力)	RF 階 X3 通り Y0 軸
5	RC造大梁の付着割裂の検討が満足しない(計算ルート3)(Y方向L加力)	RF 階 X2 通り Y0 軸
5	RC造大梁の付着割裂の検討が満足しない(計算ルート3)(Y方向L加力)	RF 階 X1 通り Y2 軸
5	RC造大梁の付着割裂の検討が満足しない(計算ルート3)(Y方向L加力)	RF 階 X0 通り Y2 軸
5	RC造大梁の付着割裂の検討が満足しない(計算ルート3)(X方向R加力)	RF 階 X5 通り Y2 軸
5	RC造大梁の付着割裂の検討が満足しない(計算ルート3)(X方向R加力)	RF 階 X4 通り Y2 軸

計算書外メッセージで検討を満足しない箇所がある場合は、その検討箇所については、別の検討方法や判断手段で問題ないこと（例えば、靱性指針による検討方法で満足しない場合はRC規準による検討で問題がないこと）を確認してください。

Q3. 計算ルート1，2と保有水平耐力計算での付着割裂破壊検討の主な違いは？

① 出力しているカットオフ長

【計算ルート1，2】

水平荷重時の断面検討位置からカットオフ端までの距離を出力します。

【保有水平耐力計算】

ヒンジ発生位置からカットオフ端までの距離を出力します。

② 靱性指針による検討の $\Delta\sigma$

【計算ルート1，2】

通し筋は、両端に降伏ヒンジのある部材の式を使って計算します。

カットオフ筋は、一端にのみ降伏ヒンジのある部材の式を使って計算します。

【保有水平耐力計算】

Ds算定時想定崩壊メカニズム時のヒンジ状態に応じ、両端ヒンジ/一端ヒンジ/ヒンジ無しの式を使いわけています。

③ 靱性指針による検討時の付着破壊の影響を考慮したせん断信頼強度 V_{bu}

【計算ルート1, 2】

V_{bu} の計算はせず、付着信頼強度の検討のみで判断しています。

(ICBA・Q&A・No.19 (計算ルート1, 2の付着割裂破壊検討に言及しているQ&A)では、“付録1-3.1(1)はり⑥終局強度c)付着、同(2)柱⑥終局強度d)付着などに従った安全性の検討が必要”と記載されていて、これは付着信頼強度の検討が該当しており、せん断信頼強度の検討には言及していないため。)

【保有水平耐力計算】

V_{bu} の検討も行い、その結果も考慮して総合判定をしています。

④ RC規準による付着割裂破壊検討の σ_y

【計算ルート1, 2】

デフォルトは鉄筋降伏強度を使いますが、Ver.2.31以降では許容応力度計算データの[DCR1] (RC造大梁と柱の付着・定着の検討)の5項目、6項目の選択により鉄筋存在応力度での検討が可能です。

【保有水平耐力計算】

鉄筋存在応力度を使う設定はなく、常に鉄筋降伏強度を使います。

Q4. RC規準(2018)への対応は？

現状では、RC規準(2018)については法令上の扱いが明確になっていません。

以前、RC規準(2010)が出た際に技術基準(2007)に記載が無いため、ICBAのQ&Aの掲載や技術基準の改訂で取り扱いが明確になってから運用が開始された経緯がありましたので、それに倣って対応を見合わせています。

以上の付着検討・付着割裂破壊検討に関する説明が皆さまの設計のお役に立ち、参考になれば幸いです。

(株式会社 構造ソフト)