

設工認（その8）耐震補強工事に係る注記適用について

1. 概要

原規規発第 2103054 号にて認可を受けた原子炉施設（放射性廃棄物の廃棄施設）の変更に係る設計及び工事の計画の認可申請（その8）（以下「設工認」という。）のうち、減容処理棟の梁の増し打ち補強（No. 1）において、設工認添付図に記載の注記を適用し、一部の個所について、施工方法をフレア溶接からあと施工アンカーによる施工に変更したいと考えております。

2. 減容処理棟における設工認の注記適用について

減容処理棟の梁の増し打ち補強（No. 1）については、設工認において、既設の鉄筋（あばら筋）にフレア溶接することとしておりますが、施工時の作業安全性に係るリスク低減の観点から、今回補強する大梁のうち小梁と接続する部分のみ、あと施工アンカーを施工し、あと施工アンカーに補強鉄筋をフレア溶接する施工に変更したいと考えております。（詳細は別紙1参照）

本変更については、設工認に記載している注記「既存部材の据付状態等により、本図のとおりにより工事できない場合、新設部材の据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。」を適用しての変更該当するものと考えます。本図のとおりにより工事できない（＝施工方法を一部変更する）理由を補足説明資料1に、同等以上の耐力を確保した施工の根拠を補足説明資料2に示します。

また、本変更に伴う、設工認における使用前事業者検査の項目及び方法についても、別紙2に示すとおり、問題なく検査が可能であることから、記載の変更は不要です。

本件に関しましては、一部の個所について、施工方法をフレア溶接からあと施工アンカーに変更しますが、補足説明資料2のとおり、同等以上の耐力を確保した施工であり、あと施工アンカーで使用する鉄筋の呼び径、本数又は間隔等を変更するものではないことから、耐震計算上も違いが生じるものではありません。また、最終的にコンクリートを打設しますが、鉄筋のかぶり厚さに変更はなく、打設後についても目視での外観点検等が可能であることから、「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」第6条第1項への適合性に影響を与えるものではありません。

なお、本資料2頁の参考に示すとおり、過去に本件と類似の事例があり、注記適用を認めて頂いております。

以上のことから、注記適用の範囲として、工事を進めさせて頂きたいと考えております。

参考

設工認申請書に記載の注記適用の前例について、以下に示します。

JRR-3実験利用棟の耐震改修工事において、既存の壁が図面と異なっていたため、設工認申請書に記載の注記「既存部材の据付状態等により、本図のとおりには工事できない場合、新設部材の据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。」を適用し、施工方法を既存鉄筋へのフレア溶接継手からあと施工アンカーによる施工に変更しております。

本変更については、行政相談において、注記適用の範囲として変更手続きは不要との判断を頂き、施工方法を変更して工事を実施しております。（事例詳細：参考資料参照）

減容処理棟の梁の増し打ち補強 (No. 1)

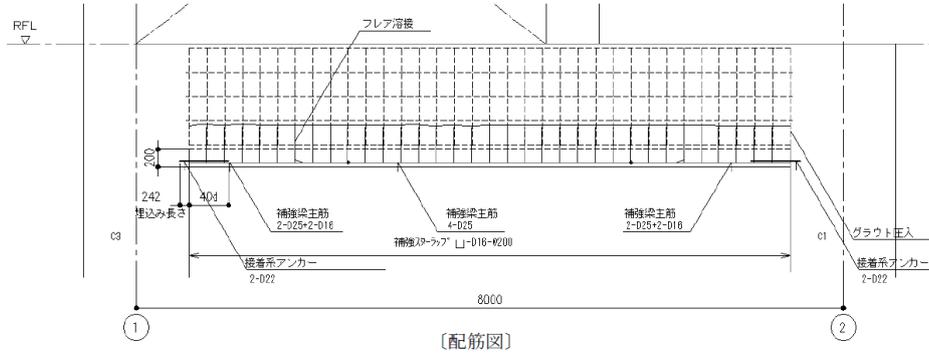


図1 コールド機械室の梁の増し打ち補強 (No. 1) **変更前**
 設工認より抜粋 (図-2.10 梁の増し打ちの詳細図 (No. 1))

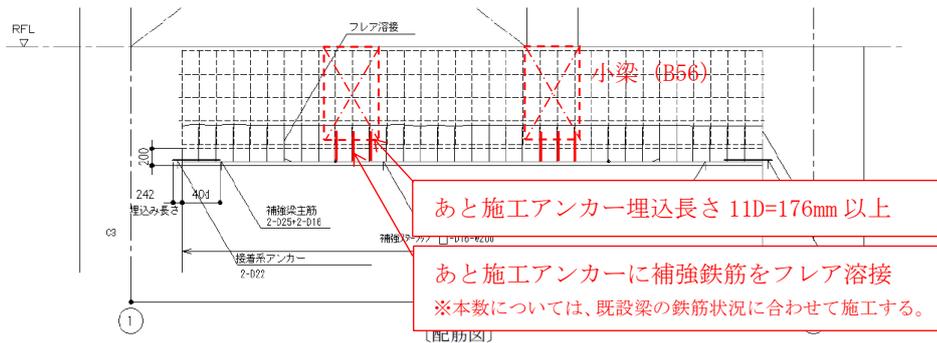


図2 コールド機械室の梁の増し打ち補強 (No. 1) **変更後**
 設工認より抜粋 (図-2.10 梁の増し打ちの詳細図 (No. 1))、加筆

使用前事業者検査の項目及び方法について

フレア溶接からあと施工アンカーによる施工に変更した場合の使用前事業者検査の項目及び方法については、以下のとおりとなり、認可を頂いている
 設工認の使用前事業者検査の項目及び方法を変更する必要はない。

変更前（フレア溶接）	変更後（あと施工アンカー）
<p style="text-align: center;">（該当箇所：下線部）</p> <p>イ．材料検査</p> <p>方 法 : a. <u>鉄筋及びアンカー筋の材料を材料証明書等により確認する。</u> b. <u>あと施工アンカー（接着系・カプセル型）を製品証明書等により確認する。</u></p> <p>判 定 : a. <u>鉄筋及びアンカー筋が別表－1に示す材料^{※1}であること。</u> b. <u>あと施工アンカー（接着系・カプセル型）が別表－1に示す認証品^{※2}であること。</u></p> <p>ロ．構造検査1（配筋検査）</p> <p>方 法 : a. <u>鉄筋及びアンカー筋の径（呼び径）を目視により確認する。</u> b. <u>鉄筋及びアンカー筋の本数又は間隔を目視又は測定により確認する。</u> c. <u>鉄筋の継手長さ及びアンカー筋の定着長さを目視又は測定により確認する。また、フレア溶接を行う継手については、フレア溶接部を目視により確認する。</u> d. <u>アンカー筋の埋込み長さが確保されていることを目視により確認する。</u> e. <u>鉄筋のかぶり厚さを目視又は測定により確認する。</u></p> <p>判 定 : a. <u>鉄筋及びアンカー筋が別表－1、図－2.10*、2.11に示す径（呼び径）^{※1}であること。</u> b. <u>鉄筋及びアンカー筋が図－2.10*、2.11に示す本数又は間隔であること。</u> c. <u>鉄筋の継手長さ及びアンカー筋の定着長さが別表－2、別表－3及び図－2.10*、2.11に示す長さ^{※3}以上であること。また、フレア溶接部について、割れ等の有害な欠陥がないこと。</u> d. <u>図－2.10、2.11に示すアンカー筋の埋込み長さが確保されていること。</u> e. <u>鉄筋のかぶり厚さが別表－4に示す厚さ^{※4}以上であること。</u></p> <p style="text-align: right;">*：本資料「別紙1」参照。</p>	<p style="text-align: center;">（該当箇所：下線部）</p> <p>イ．材料検査</p> <p>方 法 : a. <u>鉄筋及びアンカー筋の材料を材料証明書等により確認する。</u> b. <u>あと施工アンカー（接着系・カプセル型）を製品証明書等により確認する。</u></p> <p>判 定 : a. <u>鉄筋及びアンカー筋が別表－1に示す材料^{※1}であること。</u> b. <u>あと施工アンカー（接着系・カプセル型）が別表－1に示す認証品^{※2}であること。</u></p> <p>ロ．構造検査1（配筋検査）</p> <p>方 法 : a. <u>鉄筋及びアンカー筋の径（呼び径）を目視により確認する。</u> b. <u>鉄筋及びアンカー筋の本数又は間隔を目視又は測定により確認する。</u> c. <u>鉄筋の継手長さ及びアンカー筋の定着長さを目視又は測定により確認する。また、フレア溶接を行う継手については、フレア溶接部を目視により確認する。</u> d. <u>アンカー筋の埋込み長さが確保されていることを目視により確認する。</u> e. <u>鉄筋のかぶり厚さを目視又は測定により確認する。</u></p> <p>判 定 : a. <u>鉄筋及びアンカー筋が別表－1、図－2.10*、2.11に示す径（呼び径）^{※1}であること。</u> b. <u>鉄筋及びアンカー筋が図－2.10*、2.11に示す本数又は間隔であること。</u> c. <u>鉄筋の継手長さ及びアンカー筋の定着長さが別表－2、別表－3及び図－2.10*、2.11に示す長さ^{※3}以上であること。また、フレア溶接部について、割れ等の有害な欠陥がないこと。</u> d. <u>図－2.10*、2.11に示すアンカー筋の埋込み長さが確保されていること。</u> e. <u>鉄筋のかぶり厚さが別表－4に示す厚さ^{※4}以上であること。</u></p> <p style="text-align: right;">*：本資料「別紙1」参照。</p>

※1：材料：SD295A（JIS G 3112）、呼び径：D16

※2：JCAA 認証品

※3：継手長さ：片面 10 d 又は両面 5 d

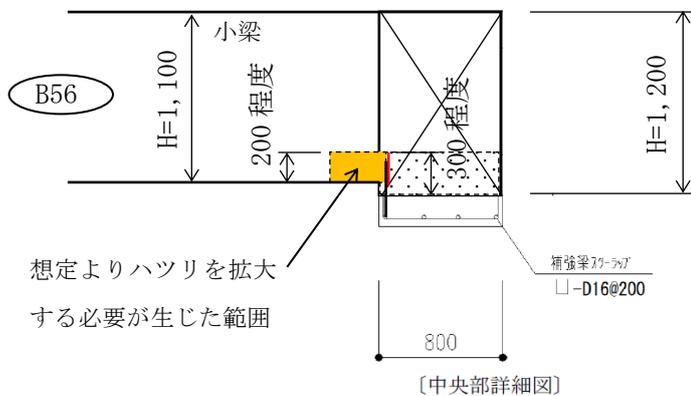
※4：かぶり厚さ：40 mm（JASS 5N）

設工認の添付図のとおりには工事ができない
(施工方法を一部変更する) 理由について

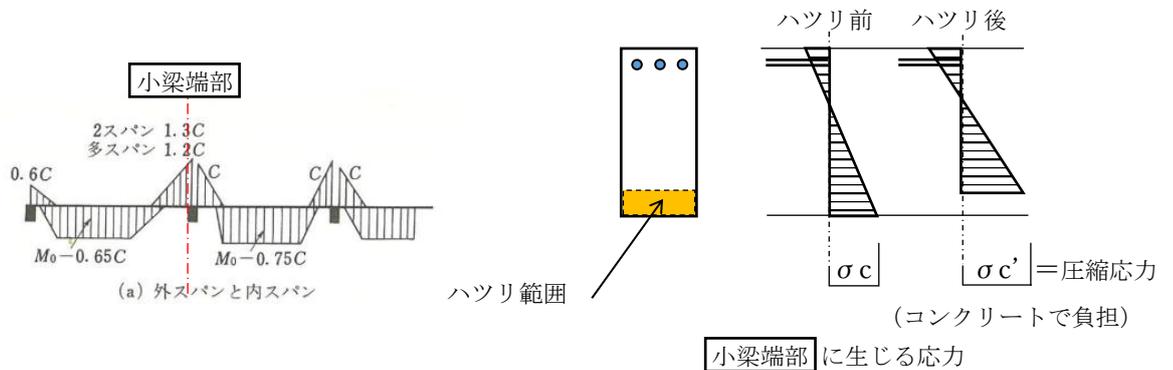
梁下の増し打ち補強は既設のあばら筋をハツリ出し、あばら筋にフレア溶接で接合する計画であるが、既設の小梁と接続する部分については、フレア溶接長さを確保するため小梁の下端 ($12D=12 \times 16=192\text{mm} \rightarrow 200\text{mm}$) までハツリ出す必要がある。(補足図1 参照)

本補強個所については、高所であることに加え、梁下に複数のダクト等が敷設してあり、詳細設計の段階における鉄筋探査等が困難であったため、現在進めている工事の中で、施工段階における詳細な鉄筋探査等の調査を実施した。その結果、小梁との取り合い部は配筋が密に入っており、フレア溶接を行うためには、今回、補強の必要がない小梁側のはつり範囲を設計段階の想定より拡大する必要があることが判明した。

小梁は床からの常時荷重等を負担しており、大梁との接続部分の応力は上端引張、下端圧縮側となる曲げモーメントが生じている。(補足図2 参照) 一般に鉄筋コンクリートは、引張は鉄筋、圧縮はコンクリートで負担しており、当該施工位置の小梁下端は圧縮が常時作用している。したがって、施工段階における作業安全上のリスクを低減する観点から、常時圧縮力を負担しているコンクリートを想定より拡大してハツリ出し、フレア溶接で施工する補強方法ではなく、小梁と接続する部分のみ、フレア溶接と同等以上の耐力を確保することが出来るあと施工アンカーで施工する補強方法に変更したい。



補足図1 小梁下をフレア溶接する場合



補足図2 小梁の応力図のイメージ

フレア溶接と同等以上の耐力を有する施工（あと施工アンカー）について

1. 概要

フレア溶接の代わりにあと施工アンカーにした場合に、同等以上の耐力を有することを説明する。

片面 10d 又は両面 5d のフレア溶接継手は、継手部分で破断しないよう規定されたものであるため（母材で破断する）、同等以上の耐力の確認として、アンカーの埋込長さ 10d の場合において、アンカー筋自体の降伏により引張耐力が決まることを確認する。また、アンカー筋自体の耐力によりせん断耐力が決まることを確認する。（出典：2001 年改訂版既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針同解説）

2. 耐力評価

2. 1 引張耐力評価

鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説において、梁の許容せん断力は以下の式で定められている。

2. 梁

(1) 梁の許容せん断力 Q_A は、下記による。

$$Q_A = bj \{ \alpha f_s + 0.5 p_w f_t \} \quad (6)$$

ただし

$$\alpha = \frac{4}{\frac{M}{Qd} + 1} \quad \text{かつ} \quad 1 \leq \alpha \leq 2$$

p_w の値が 1.2% を超える場合は、1.2% として許容せん断力を計算する。

記号 b ：梁の幅. T形梁の場合はウェブの幅

j ：梁の応力中心距離で $(7/8)d$ とすることができる。

d ：梁の有効せい

p_w ：あばら筋比

$$p_w = \frac{a_w}{bx}$$

a_w ：1組のあばら筋の断面積

x ：あばら筋間隔

f_s ：コンクリートの許容せん断応力度

f_t ：あばら筋のせん断補強用許容引張応力度

α ：梁のせん断スパン比 M/Qd による割増し係数

M ：設計する梁の最大曲げモーメント

Q ：設計する梁の最大せん断力

この中で、鉄筋が負担する部分のせん断力は、あばら筋の引張応力度で示されており、梁にせん断の力がかかった場合は、あばら筋は引張力で負担することになるため、以下の①～③について、引張耐力を算出・比較し、同等以上の耐力を確保していることを確認する。

①アンカー筋の降伏による引張耐力 T_{a1}

$$T_{a1} = \sigma_y \times a_0 = 295 \times 199 = 58,705 \text{ N}$$

ここで、 σ_y : 鉄筋の規格降伏点強度 (N/mm²) →SD295 より 295 N/mm²

a_0 : アンカー筋の公称断面積 (mm²) →D16 より 199mm²

②コーン破壊による引張耐力 T_{a2}

$$T_{a2} = 0.23\sqrt{\sigma_B} \times A_c$$

ここで、 σ_B : 既存部のコンクリートの圧縮強度 (N/mm²) →24 N/mm²

A_c : 既存コンクリート躯体へのコーン状破壊面のアンカー1本当たりの有効水平投影面積 (mm²)

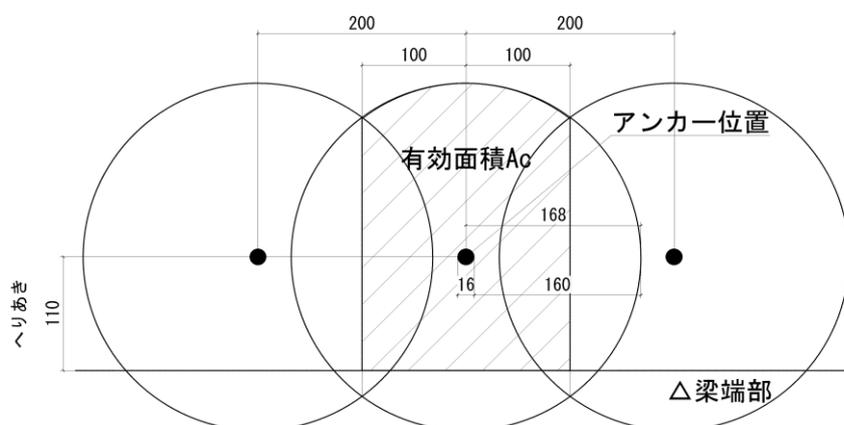
【埋込長さ 10d (へりあき 110mm) のとき】

10d の時の有効面積は、補足図 3 のとおりとなり、

$$A_c = 53,495 \text{ mm}^2$$

$$T_{a2} = 0.23\sqrt{24} \times A_c = 60,276 > 58,705 = T_{a1} \quad \text{母材耐力より大きくなる。}$$

=耐力は母材耐力で決まる。



補足図 3 コーン面積 A_c

③付着による引張耐力 T_{a3}

$$T_{a3} = \tau_a \cdot \pi \cdot d_a \cdot l_e$$

$$\tau_a = 10\sqrt{\sigma_B / 21}$$

ここで、 σ_B : 既存部のコンクリートの圧縮強度 (N/mm²) →24 N/mm²

d_a : アンカー軸部の直径

接着系アンカーではアンカー筋の呼び名 (mm) →D16 より 16mm

l_e : アンカーの有効埋め込み深さ (mm) → $10d_a$ より 160mm

$$T_{a3} = 10\sqrt{(24/21)} \times \pi \times 16 \times 160 = 85,978\text{N}$$

以上より、 $T_a = \min [T_{a1}, T_{a2}, T_{a3}]$

$$= \min [58,705, 60,276, 85,978] = T_{a1} = 58,705$$

= 耐力は母材耐力で決まる。

2. 2 セン断耐力評価

引張耐力と同様に、せん断耐力の評価結果を以下に示す。

$$Q_a = \min [Q_{a1}, Q_{a2}]$$

$$Q_{a1} = 0.7 \sigma_y \cdot s_{a_e}$$

$$Q_{a2} = 0.4\sqrt{(E_c \cdot \sigma_B)} \cdot s_{a_e}$$

ここで、 σ_y : 鉄筋の規格降伏点強度 (N/mm²) → SD295 より 295 N/mm²

s_{a_e} : 接合面におけるアンカー筋の断面積 → D16 より 199mm²

E_c : σ_B に基づいて計算されるヤング係数

$$E_c = 3.35 \times 10^4 \times (\gamma/24)^2 \times (\sigma_B/60)^{1/3} \quad \gamma = 24 - 1 = 23$$

σ_B : 既存部のコンクリートの圧縮強度 → 24 N/mm²

① 鋼材の耐力によるせん断耐力 Q_{a1}

$$Q_{a1} = 0.7 \sigma_y \cdot s_{a_e} = 0.7 \times 295 \times 199 = 41,094\text{N}$$

② コンクリートの支圧によるせん断耐力 Q_{a2}

$$Q_{a2} = 0.4\sqrt{(E_c \cdot \sigma_B)} \cdot s_{a_e} = 0.4 \times \sqrt{(22,669 \cdot 24)} \cdot 199 = 58,713\text{N}$$

$$Q_a = \min [Q_{a1}, Q_{a2}] = \min [41,094, 58,713] = Q_{a1} = 41,094\text{N}$$

= 耐力は母材耐力で決まる。

3. フレア溶接からあと施工アンカーに変更した場合の耐力比較結果

以下のとおり、フレア溶接継手からあと施工アンカーに変更した場合であっても、耐力が変わるものではなく、同等以上の耐力を確保した施工である。

変更前（フレア溶接）	変更後（あと施工アンカー）
<p>引張耐力：<u>58,705 N</u> せん断耐力：<u>41,094 N</u> (母材 SD295A D16 の耐力)</p> <p>フレア溶接継手は、継手部で破断しないための規定であるため、片面 10 d 又は両面 5 d とすることで、母材の引張耐力及びせん断耐力と同等以上の耐力を確保した施工となる。</p>	<p>引張耐力：<u>58,705 N</u> せん断耐力：<u>41,094 N</u> (母材 SD295A D16 の耐力)</p> <p>アンカー筋の母材の引張耐力は、フレア溶接と同等（材質、呼び径が同じ）であるため、アンカー施工によるコーン破壊及び付着の引張耐力が母材の引張耐力を上回るよう施工（埋込長さ 10 d 以上）すれば、同等以上の耐力を確保した施工となる。</p> <p>埋込長さ 10 d とした場合のコーン破壊による引張耐力：60,276 N 埋込長さ 10 d とした場合の付着による引張耐力：85,713 N</p>

実験利用棟 開口閉塞部補強詳細の変更について

1. 経緯

実験利用棟耐震改修工事（開口閉塞補強）において、既存の壁が図面と異なっていた。異なる箇所は、1階（ZA）、Y7通り、X7-X8間の壁（W20）で、設計での配筋は縦・横共D10@150ダブルであり、本工事では既存コンクリートを、フレア溶接できる範囲まで鉄筋をはつり出し、同径・同間隔の鉄筋を配筋する計画としていた。

図面と異なっていた以下の2点である。

- ① 垂れ壁としていた壁が、上部梁の下部増し打ちとなっている。
- ② 一部の配筋間隔が@150となっていない（探査結果より@200であった）。

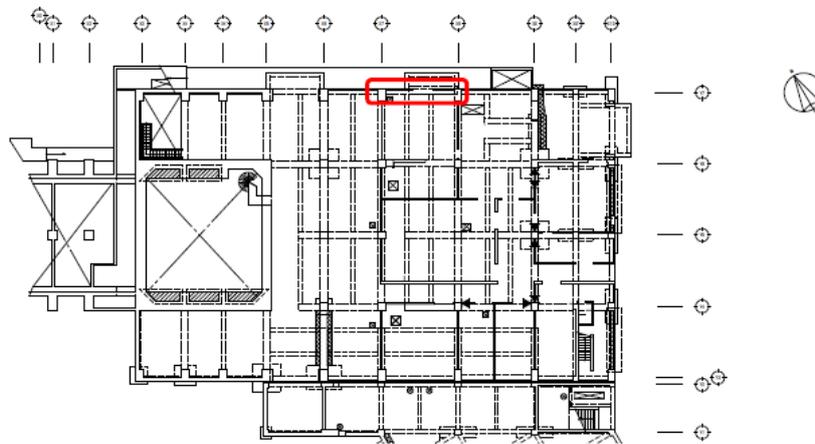


図-5.1 実験利用棟 1階（ZA）平面図

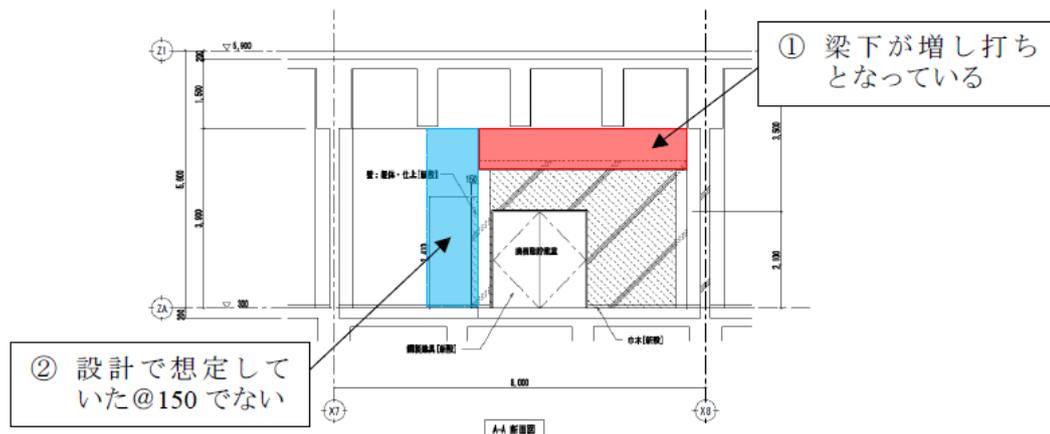
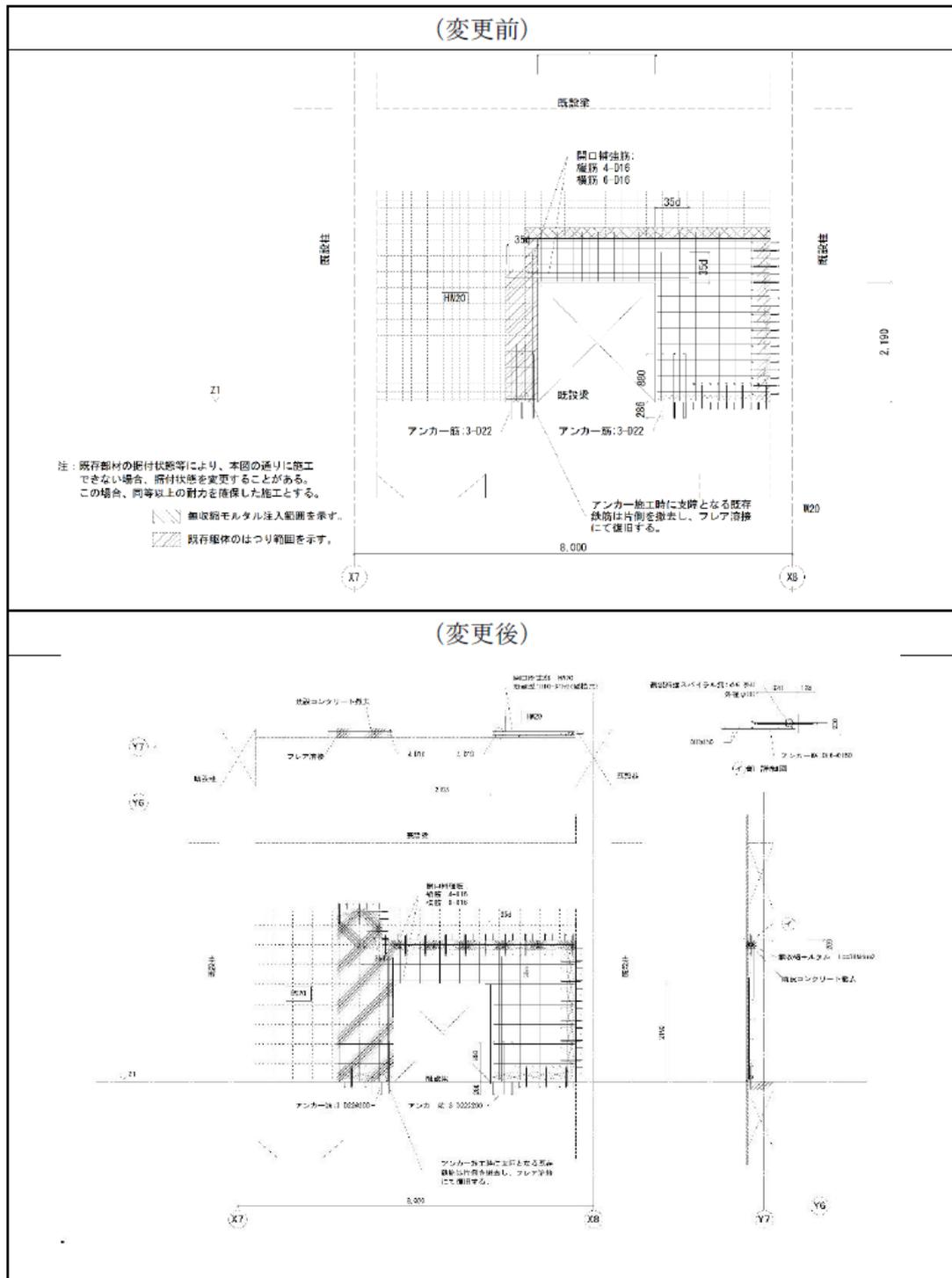


図-5.2 1階（ZA）、Y7通り、X7-X8間断面図

2. 変更内容

①については、既存鉄筋へのフレア溶接継手から梁下増し打ち部分及び梁へのあと
施工アンカー設置に変更した。

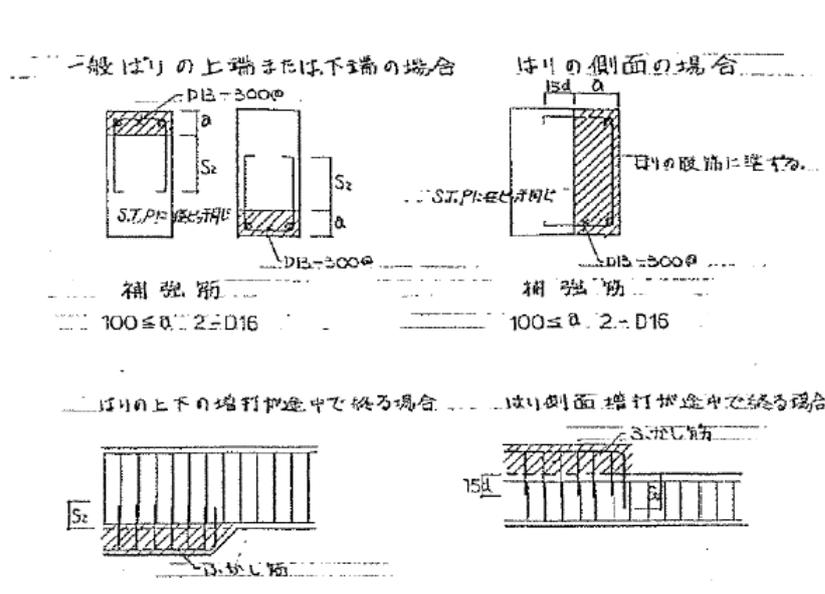
②については、一部の配筋間隔が@150 となっていない部分のコンクリート及び鉄筋
を撤去し、設計配筋となっている@150 の壁まで撤去した上で新たに配筋を行った。



3. 変更による耐震性への影響について

①の変更は、既存大梁に一体化された増し打ち部分又は直接大梁へあと施工アンカー筋及び割裂防止のためのスパイラル筋の設置に変更するものであり、同等以上の耐力を確保した施工である。

②の変更は、既存壁の撤去範囲を拡大し、設計条件どおりの配筋とすることから同等以上の耐力を確保した施工である。



参考図 増し打ち部の補強要領 (実験利用棟竣工図より抜粋)