

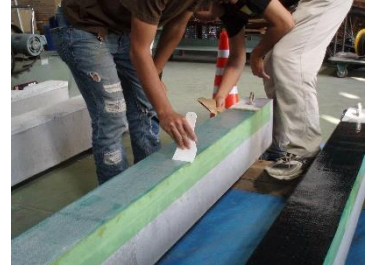
「連続繊維補強材」

■ 補強材

- シート
- プレート
- ロッド
- メッシュ



プライマー塗布



CFRP シート貼付

シート接着補強工法



エポキシ樹脂塗布



CFRP プレート貼付

プレート接着補強工法



CFRP ロッドプライマー塗布後珪砂散布（付着強度確保）



配筋・組立



CFRP メッシュプライマー塗布



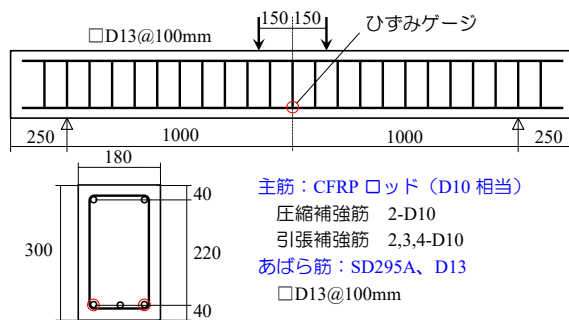
CFRP メッシュ配筋（上・下端筋フック定着）



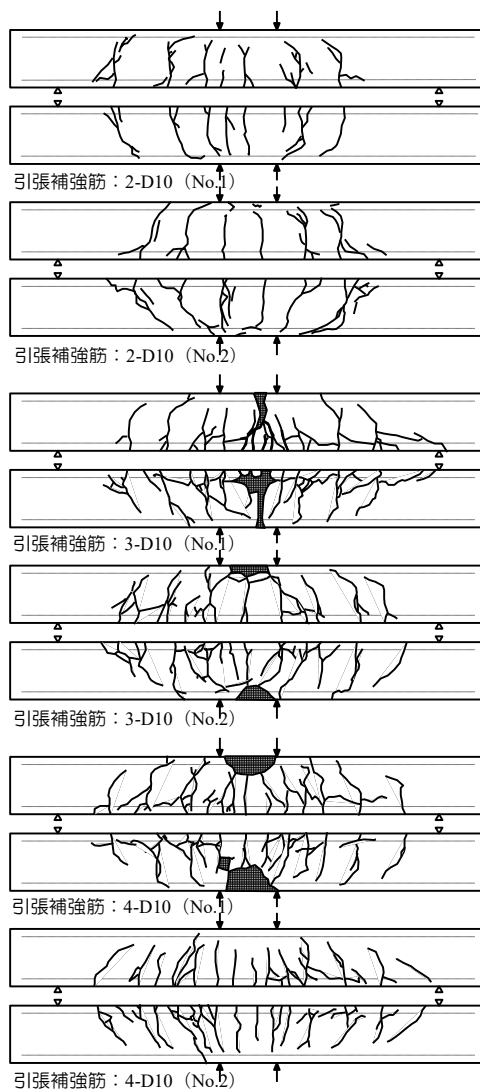
ロッド・メッシュ埋設補強工法

■ 曲げ補強
→ ロッド主筋

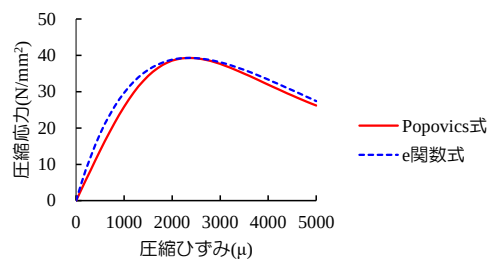
＊ 曲げ終局強度



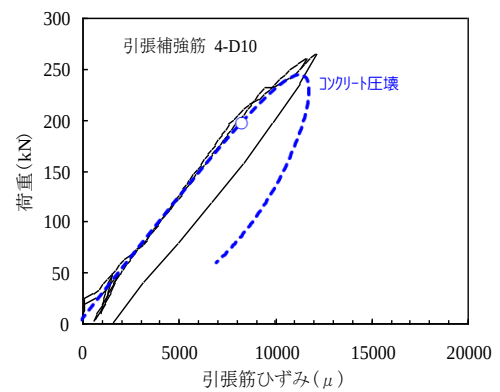
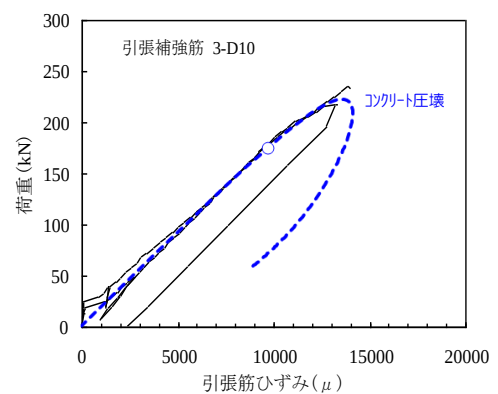
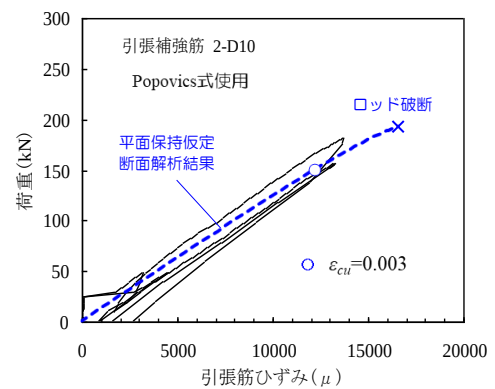
CFRP ロッド主筋 RC 梁の形状寸法および配筋



ひび割れおよび終局破壊性状



コンクリートの圧縮応力-ひずみ関係

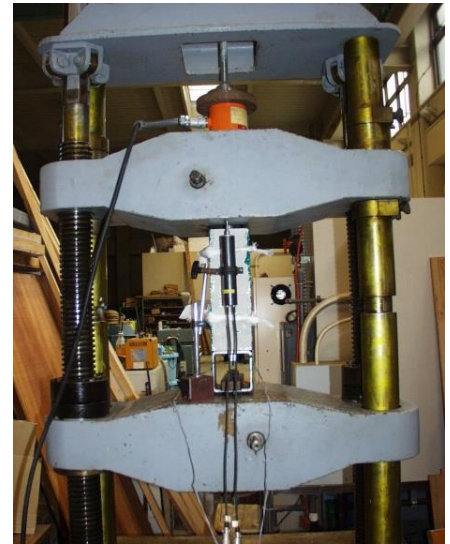
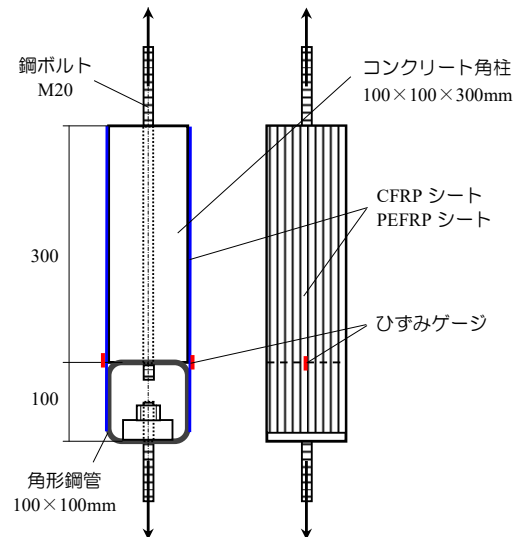


荷重-引張鉄筋ひずみ関係の実験および解析結果

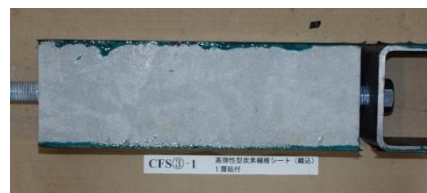
→シート・プレート接着補強工法

→ロッド埋設断面増厚工法

＊ シートせん断付着試験（有効付着長さ）



コンクリートに対する連続繊維シートのせん断付着試験方法



① シート破断

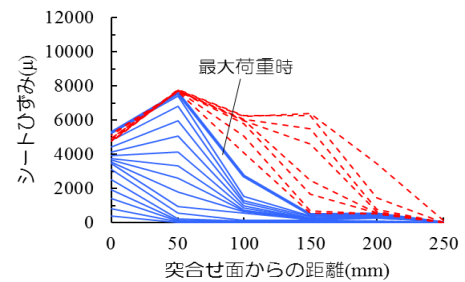


② 斜めひび割れ発生後シート付着剥離

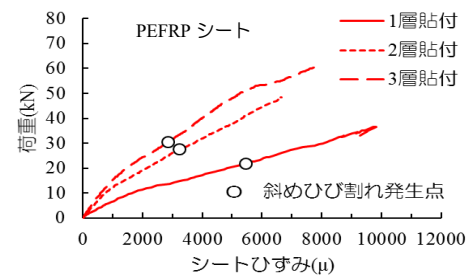


③ 鋼ボルトの付着割裂破壊

破壊パターン



シートひずみ分布



荷重－シートひずみ関係

村上 聖, 下田誠也, 三井宜之, 久部修弘: 連続繊維シートとコンクリートの付着試験方法に関する研究, セメント・コンクリート 論文集, No.58, pp.503-509, 2004 年

- * 曲げ補強効果（高靱性断面修復併用）
- * 曲げ補強設計（平面保持仮定断面解析）



No.1：無補強



No.2：CFRP プレート貼付



No.3：CFRP プレート貼付（高靱性 PCM 断面修復）



No.4：CFRP シート貼付



No.5：CFRP シート貼付（PCM 断面修復）



No.6：CFRP シート貼付（高靱性 PCM 断面修復）



No.7：PEFRP シート貼付（高靱性 PCM 断面修復）



No.8：異形鉄筋埋設 PCM 断面増厚



No.9：CFRP ロッド埋設 PCM 断面増厚



No.10：異形鉄筋埋設高靱性 PCM 断面増厚

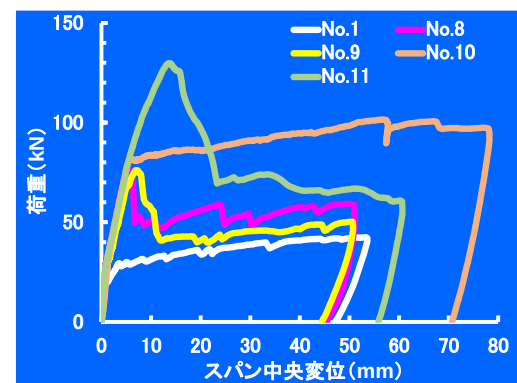
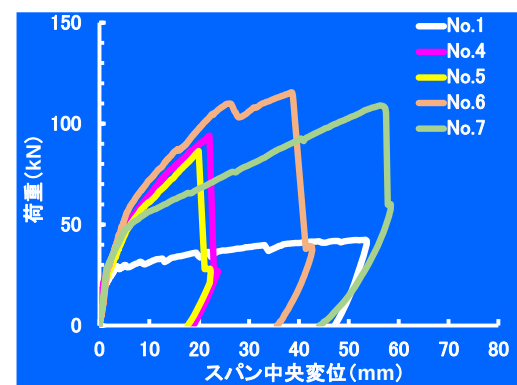
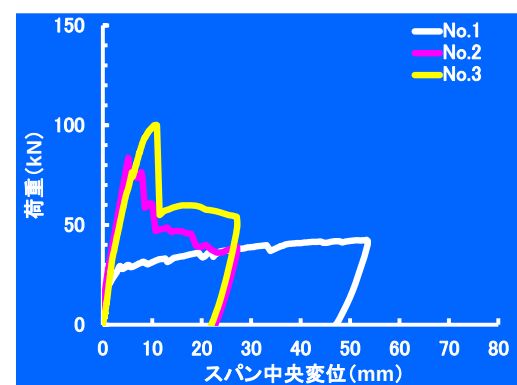


No.11：CFRP ロッド埋設高靱性 PCM 断面増厚

各種曲げ補強工法における破壊性状



曲げ載荷試験



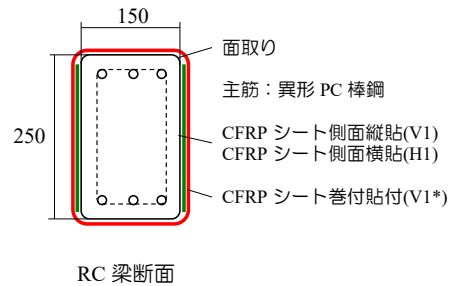
荷重—スパン中央変位曲線

山口 信, 村上 聖, 武田浩二, 角野嘉則, 下田誠也, 久部修弘：高靱性ポリマーセメントモルタルと連続繊維補強材との併用による鉄筋コンクリート梁の曲げ補強工法に関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文集, Vol.77, No.671, pp.121-130, 2012 年

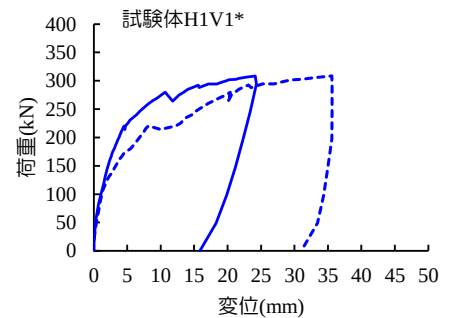
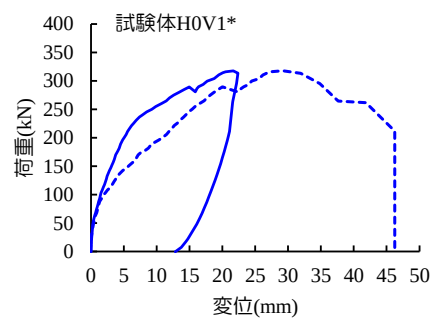
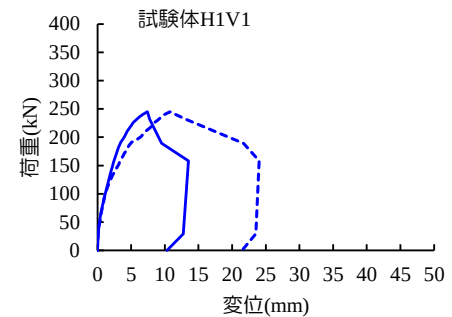
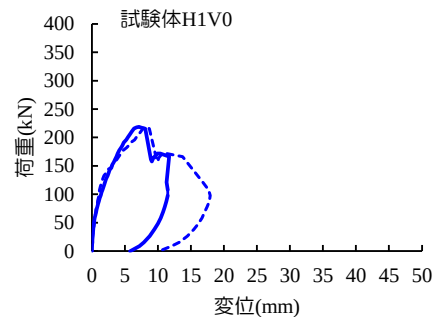
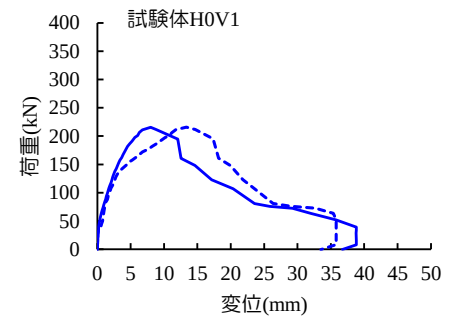
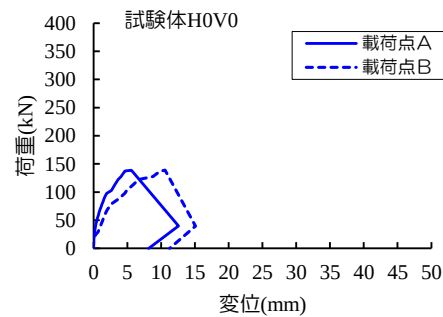
■ セン断補強

→シート接着補強工法

- ＊ セン断補強効果（ハイブリッドセン断補強）
- ＊ セン断補強設計（学会指針）



逆対称曲げ載荷試験



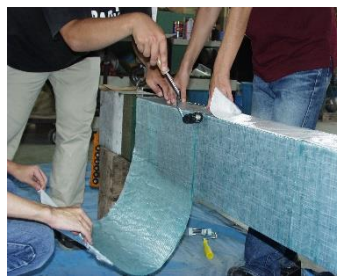
荷重—載荷点変位曲線

武田浩二，三井宜之，村上 聖，坂井廣道：炭素繊維シートの貼付方法の違いが鉄筋コンクリートはりのせん断補強効果に及ぼす影響，セメント・コンクリート論文集，No.52，pp.1088-1093，1998 年

角野嘉則，村上 聖，下田誠也，武田浩二，久部修弘：鉄筋コンクリート梁に対する連続繊維補強材のせん断補強効果に関する実験的研究，日本建築学会構造系論文集，Vol.74，No.643，pp.1543-1550，2009 年



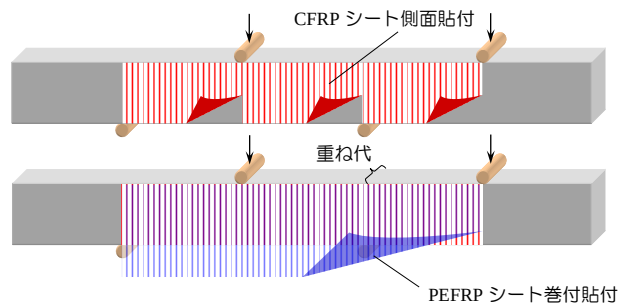
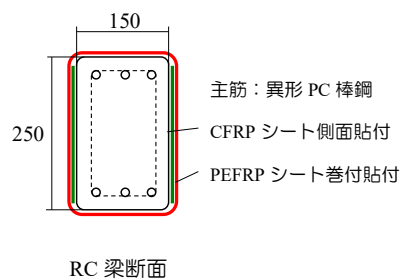
CFRP シート側面貼付



PEFRP シート巻付貼付



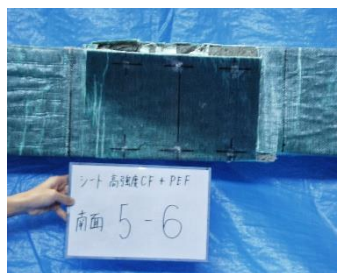
逆対称曲げ载荷試験



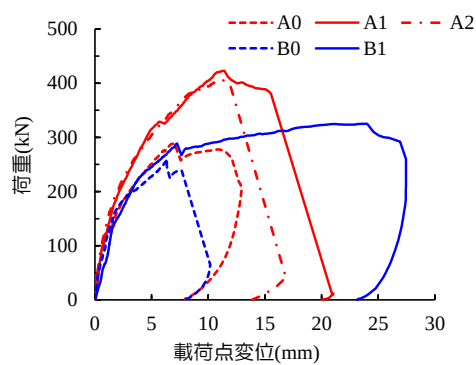
シート貼付方法



無補強梁の破壊性状



CFRP シート側面貼付+PEFRP シート巻付貼付補強梁の破壊性状

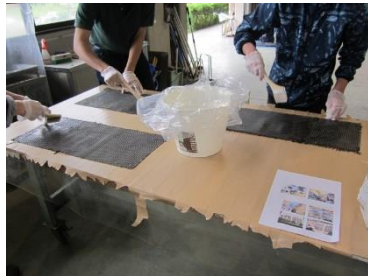


- A0：無補強
- A1：高強度 CFRP シート側面貼付+PEFRP シート巻付貼付
- A2：高弾性 CFRP シート側面貼付+PEFRP シート巻付貼付
- B0：無補強
- B1：PEFRP シート巻付貼付

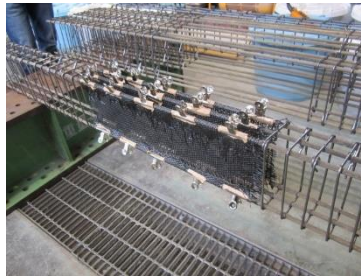
荷重-载荷点変位曲線

→メッシュ埋設補強工法

- ＊ せん断補強効果
- ＊ せん断補強設計（学会指針）



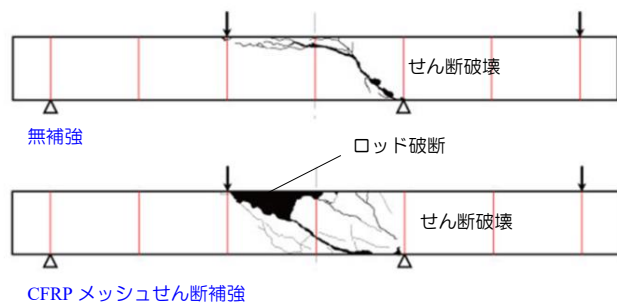
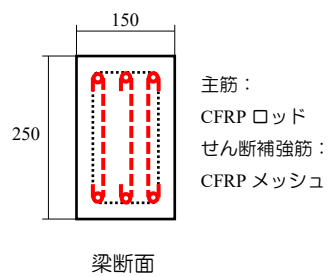
CFRP メッシュプライマー塗布



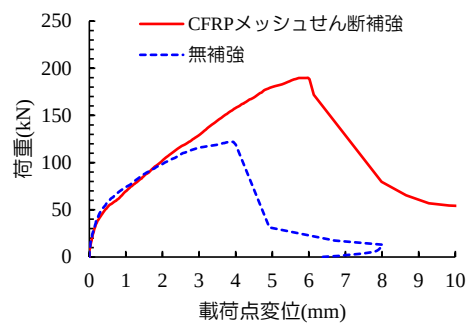
CFRP ロッド・メッシュ配筋



逆対称曲げ载荷試験



ひび割れおよび終局破壊性状



荷重－载荷点変位曲線

上村昌平, 村上 聖, 佐藤あゆみ, 久部修弘: CFRP メッシュ埋設による RC 梁のせん断補強工法, セメント・コンクリート論文集, Vol.72, pp.307-313, 2018 年

■ 複合補強

→ ロッド・メッシュ埋設工法

→ ロッド・メッシュ埋設断面修復工法

→ ロッド・メッシュ埋設増厚工法



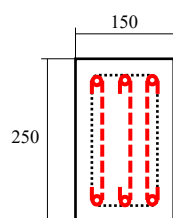
CFRP メッシュプライマー塗布



CFRP ロッド・メッシュ配筋

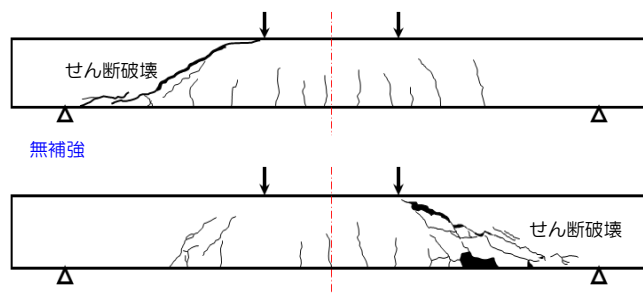


曲げ載荷試験



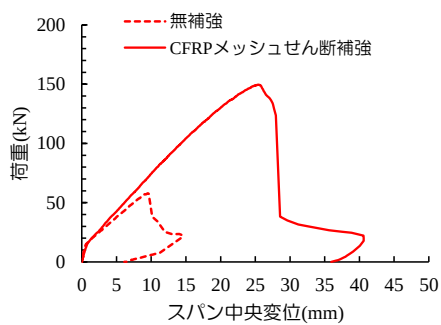
梁断面

主筋：
CFRP ロッド
せん断補強筋：
CFRP メッシュ



CFRP メッシュせん断補強

ひび割れおよび終局破壊性状



荷重ースパン中央変位曲線



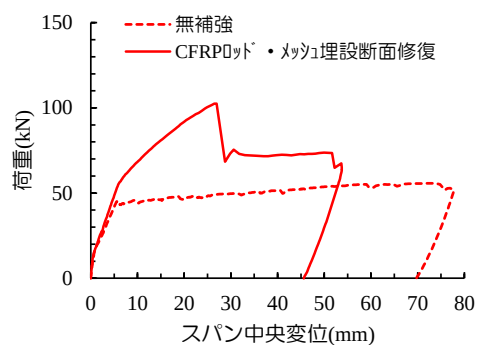
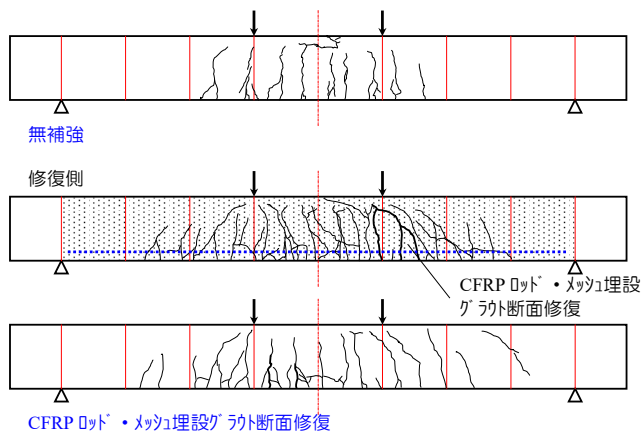
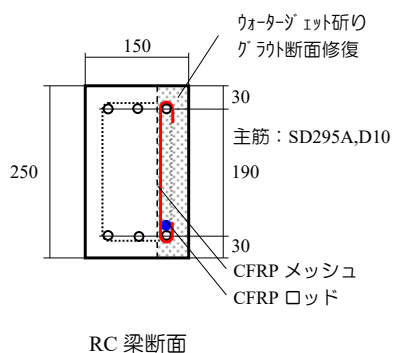
CFRP ロッド・メッシュ配筋



グラウト断面修復



曲げ載荷試験

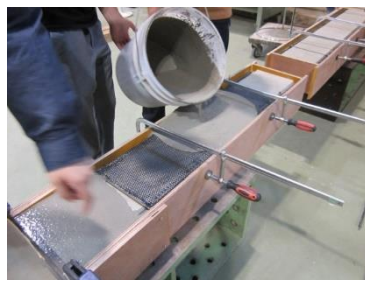


荷重ースパン中央変位曲線

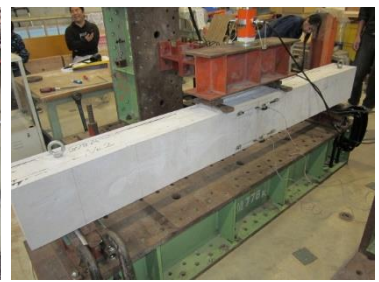
李 昊天, 佐藤あゆみ, 村上 聖, 山内征一郎: CFRP ロッド埋設断面修復を施した RC 梁の曲げおよびせん断補強効果, セメント・コンクリート論文集, Vol.75, pp.317-323, 2021 年



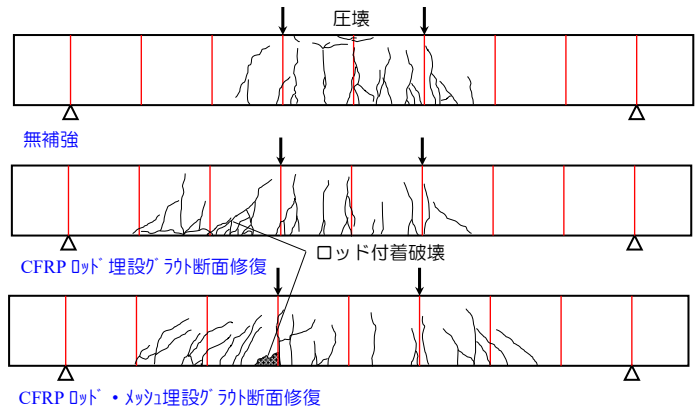
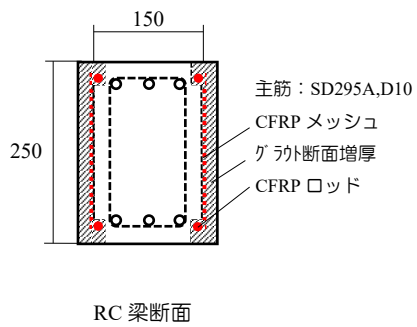
CFRP ロッド・メッシュ配筋



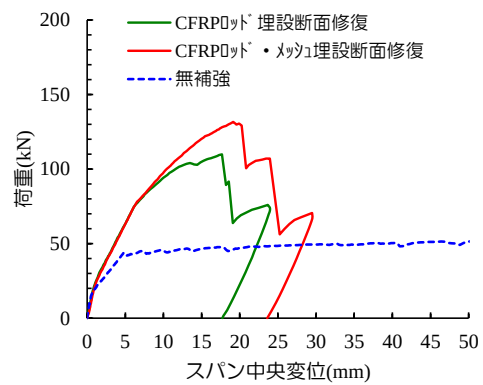
グラウト断面増厚



曲げ載荷試験



ひび割れおよび終局破壊性状



荷重—スパン中央変位曲線

上村昌平, 村上 聖, 佐藤あゆみ, 山内征一郎: CFRP ロッド・メッシュ埋設断面増厚工法による RC 梁の曲げおよびせん断補強に関する研究, セメント・コンクリート論文集, Vol.73, pp.348-354, 2019 年

■ 耐爆補強



RC 版のシート接着補強



無補強（版厚 100mm、爆薬量 200g）



高強度 CFRP シート貼付（版厚 100mm、爆薬量 200g）

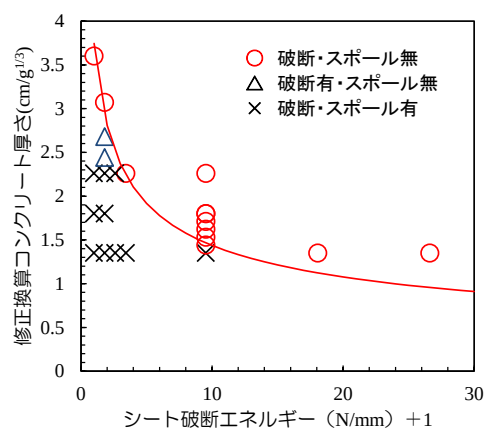


高弾性 CFRP シート貼付（版厚 100mm、爆薬量 200g）



PEFRP シート貼付（版厚 100mm、爆薬量 200g）

接触爆発による破壊性状



$$\frac{T}{W_m^{1/3}} \leq 3.75(G_s + 1)^{-0.416}$$

T : 版厚(cm)、 W_m : 使用爆薬の TNT 換算量(g)、
 G_s : シート破断エネルギー (N/mm)

シート接着補強によるスポール発生限界

山口 信, 村上 聖, 武田浩二, 佐藤あゆみ, 三井宜之, 久部修弘: 補強量の違いが耐爆補強効果に及ぼす影響—連続繊維補強材を用いた鉄筋コンクリート版の耐爆補強に関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文集, Vol.79, No.702, pp.1203-1213, 2014 年