

軸方向引張鋼材を配置しない ブラケット構造の力学挙動に 関する研究紹介

2012年6月20日

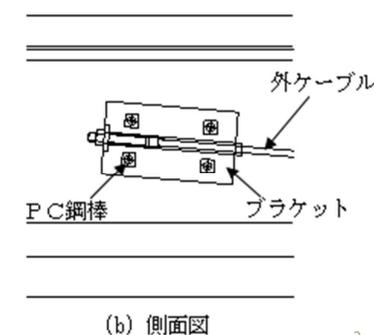
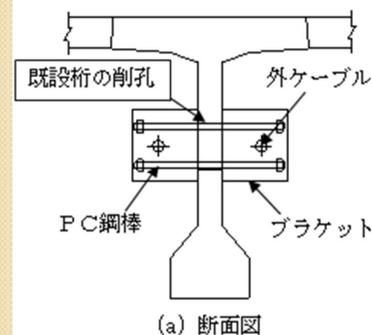
(株) IHIインフラ建設 山下 亮

1

1. 研究背景

対象：外ケーブル補強工法に用いるブラケット構造

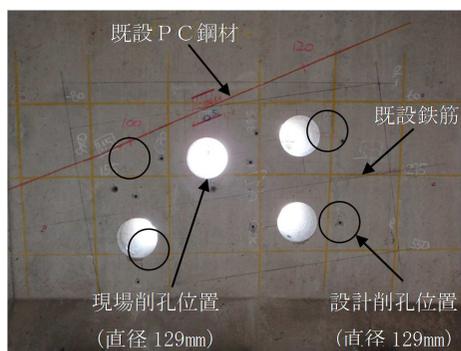
- 既設コンクリート桁の耐荷性能を改善するための補強工法の1つ
- PC鋼棒の緊結（圧縮）力による摩擦接合
- 既設橋梁への削孔が不可欠



2

○ 既設橋梁への削孔が不可欠

- ① 非破壊検査（X線，RCレーダ等）による既設桁内部のPC鋼材，鉄筋位置の調査が必要
- ② 既設桁内部のPC鋼材，鉄筋と削孔位置が干渉することがあり，現実的には所定の位置に削孔できない
- ③ 削孔による既設桁への影響および断面修復後の挙動が，理論的に明らかにされていない



3

○ 改善方法

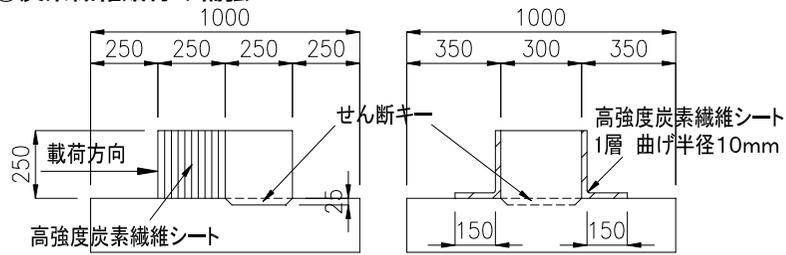
→ 削孔を必要としない，または既設桁へのダメージを最小限とするブラケットの取付け方法

- ① ブラケットを接着剤で既設桁に取り付ける
- ② 補強材として炭素繊維シートを用いて取り付ける
- ③ 構造上，回転，ずれが生じない構造とする

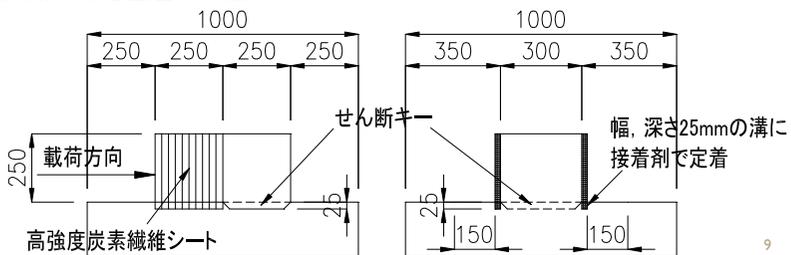
4

(2) 試験ケース

① 炭素繊維貼付け補強

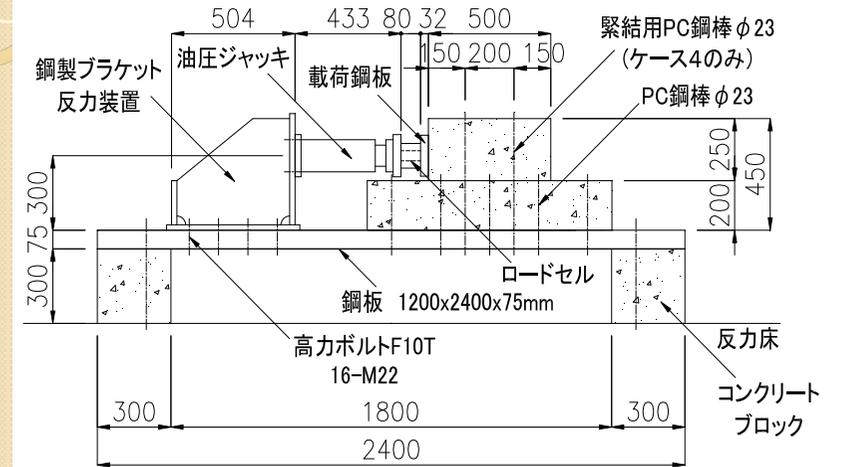


② 炭素繊維埋込み補強



9

(3) 試験方法

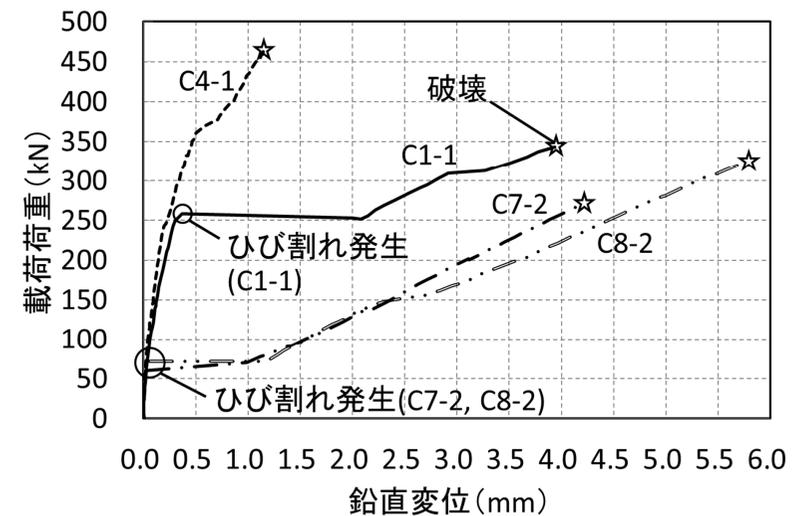


10

(3) 試験方法

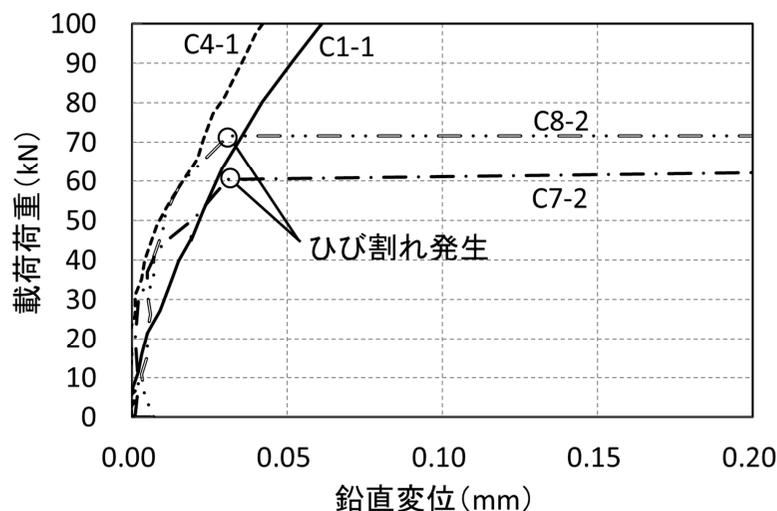


(4) 試験結果



12

(4) 試験結果



13

(4) 試験結果

曲げ強度（ひび割れ発生荷重時応力度）に着目すると、

- ①せん断キーの有無，せん断スパン比の影響はない
- ②炭素繊維貼付け補強の効果はほとんどない
- ③一体打ちの曲げ強度 2.09N/mm^2 (計算値 2.59 の 80%)
- ④チップングの曲げ強度 0.67N/mm^2 (一体打ちの 32%)
- ⑤無処理の曲げ強度 0.35N/mm^2 (一体打ちの 17%)

チップングは効果があるが，一体打ち強度は期待できない

14

(4) 試験結果

破壊性状に着目すると、

- ①せん断キーなし (PC鋼棒緊結なし)
→ひび割れと同時に水平ずれ破壊
- ②せん断キーなし (PC鋼棒緊結あり)
 - (1) 載荷高さ150mm → 荷重341kNで水平ずれ破壊
 - (2) 載荷高さ100mm → 荷重463kNで水平ずれ破壊せん断スパン比の影響が確認された
- ③せん断キーあり
 - (1) 載荷高さ150mm → ひび割れと同時に回転破壊
 - (2) 載荷高さ100mm → ひび割れ後荷重増加&回転破壊

15

(4) 試験結果

- ①せん断キーなし (PC鋼棒緊結なし)
→ひび割れと同時に水平ずれ破壊



16

(4) 試験結果

②せん断キーなし (PC鋼棒緊結あり)



17

(4) 試験結果

③せん断キーあり
(1) 載荷高さ150mm → ひび割れと同時に回転破壊



18

(4) 試験結果

③せん断キーあり
(2) 載荷高さ100mm → ひび割れ後荷重増加 & 回転破壊



19

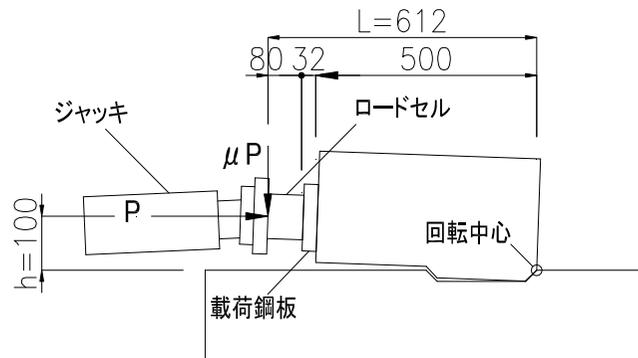
(4) 試験結果

③せん断キーあり
(2) 載荷高さ100mm → ひび割れ後荷重増加 & 回転破壊



20

(4) 試験結果

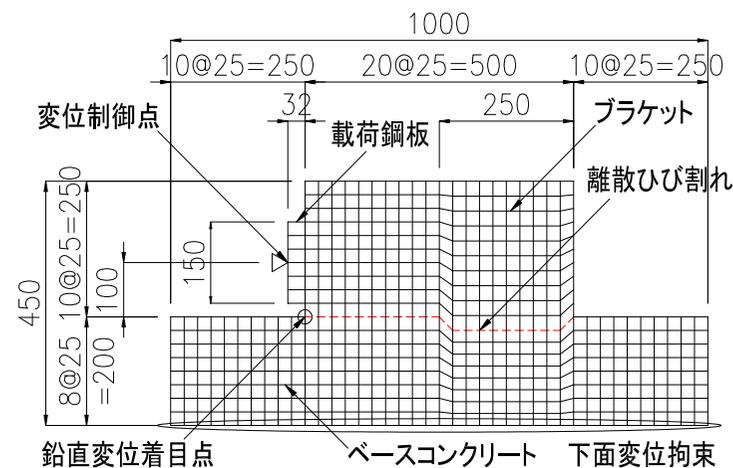


ジャッキとロードセルの間の摩擦係数が0.16~0.25の間の場合、载荷高さによりひび割れ後の挙動が異なる可能性がある

3. 非線形FEM解析

- ひび割れ後の挙動を検証
- 回転しない構造の検討

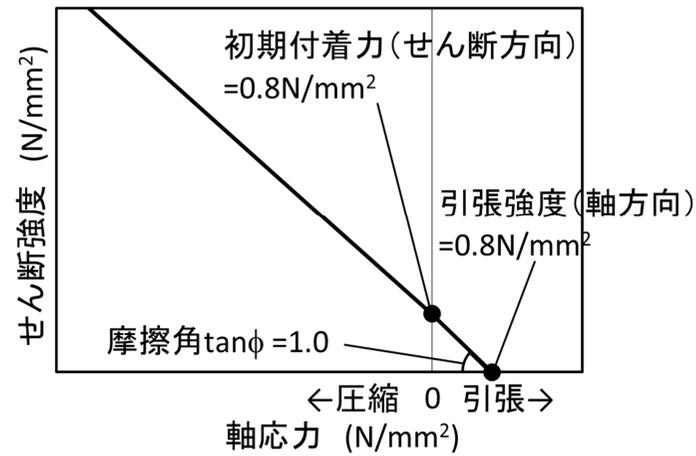
(1) 解析モデル



(1) 解析モデル

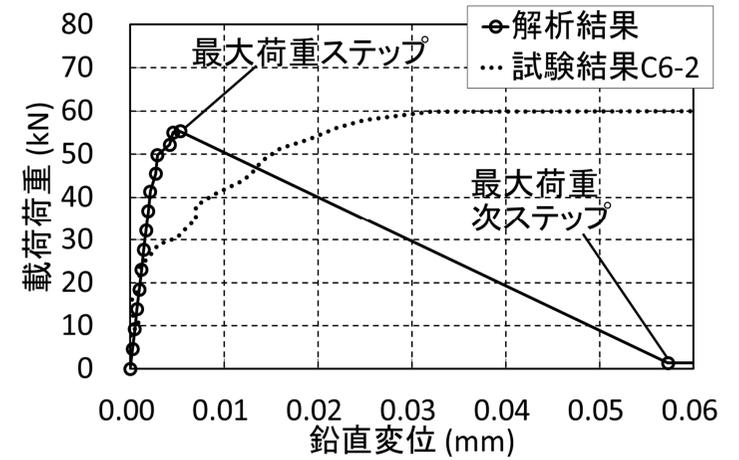
コンクリート	要素タイプ	4節点平面応力要素
	要素厚さ	300 mm (ブラケット) 1000 mm (ベースコンクリート)
	弾性係数	35.8 kN/mm ² (試験結果より)
载荷鋼板	ポアソン比	0.167
	要素タイプ	4節点平面応力要素
	要素厚さ	150 mm
	弾性係数	200 kN/mm ²
離散ひび割れ	ポアソン比	0.300
	要素タイプ	2節点インターフェイス線要素 (クーロン摩擦モデル)
	要素厚さ	300 mm
	仮想部材高 ⁵⁾	96.5 mm
	軸剛性	371 N/mm ³
	引張強度	0.8 N/mm ²
初期付着力	0.8 N/mm ²	
摩擦角	tanφ = 1.0 (摩擦係数)	

(1) 解析モデル



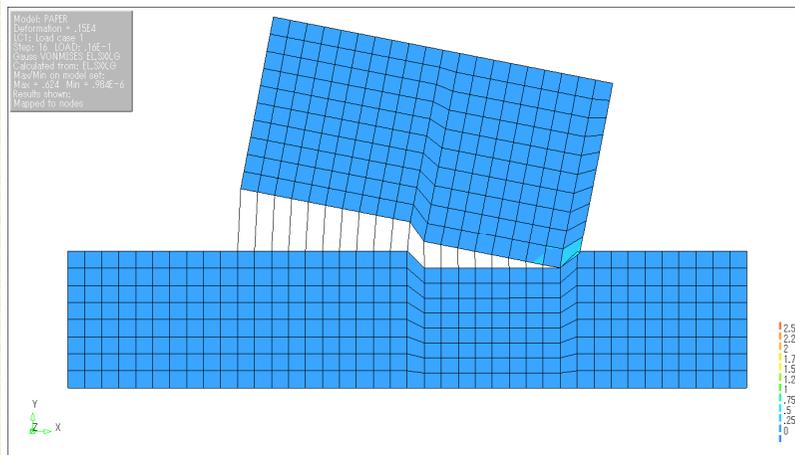
25

(2) 解析結果



26

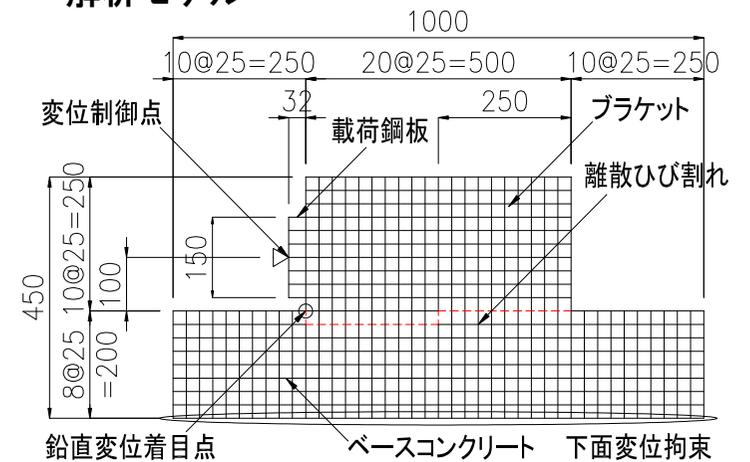
(2) 解析結果



27

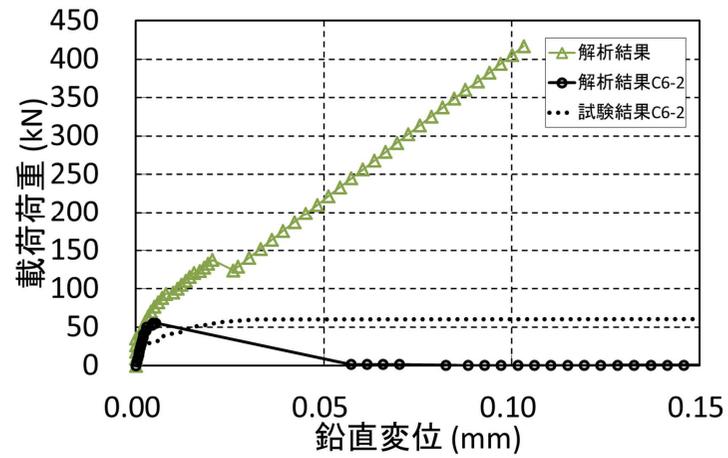
(3) 回転しない構造の検討

解析モデル



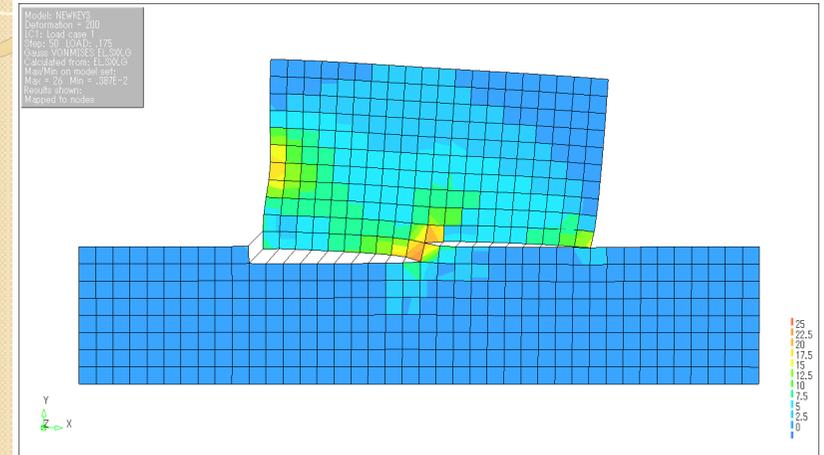
28

(3) 回転しない構造の検討 解析結果



29

(3) 回転しない構造の検討 解析結果



30

4. 今後の予定

- 接合面に接着剤, 間詰材を適用した場合の強度を確認するための要素実験
- 炭素繊維シート埋込み案の要素実験
- 回転しない構造の载荷実験 (载荷方法の検証含む)
- これらの解析的検討



軸方向引張鋼材を配置しないブラケット構造の提案



検証実験, 解析

31