

(3) 破壊性状

各試験体について破壊の仕方等異なるため冗長であるが記しておく。

(3)-1 L型接合部

450-450L に関して、80~100kNm あたりからピシピシという破壊音が発生し始めた。Fig. 3.19 の $M-\gamma$ 関係をみると、その付近に明らかな剛性低下が看取される。これは後に数値的に示すが、鋼板 - 鋼板間高力ボルトの摩擦接合すべりが原因であると考えられる。試験後の鋼板 - 鋼板間の接合面を観察すると、Fig. 3.22 に示す様にパネルゾーンにおいて薬剤処理による塗装が剥がれた顕著なすべり痕が確認できたことからわかる。一方、合せ区間では認められなかった。

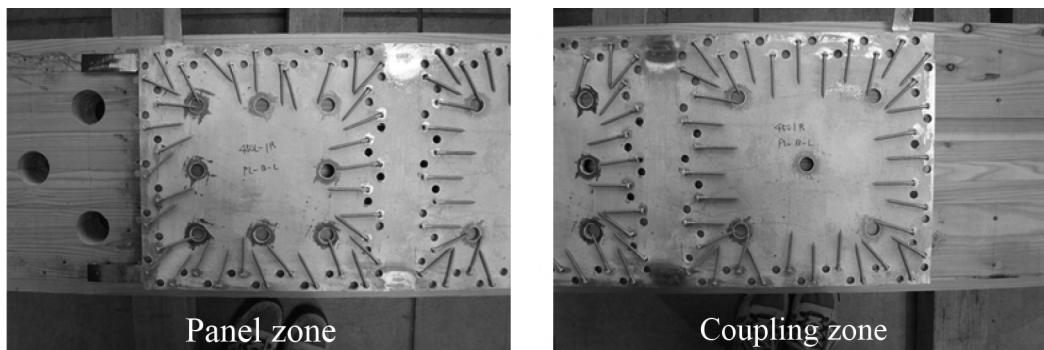


Fig. 3.22. Slippage marks on steel in panel zone(Left) and no mark on steel in coupling zone(Right)

また、130kNm 前後において座掘り孔外周部に示すようなせん断割裂が発生し始め、その後徐々に荷重の増加とともに進展していった。

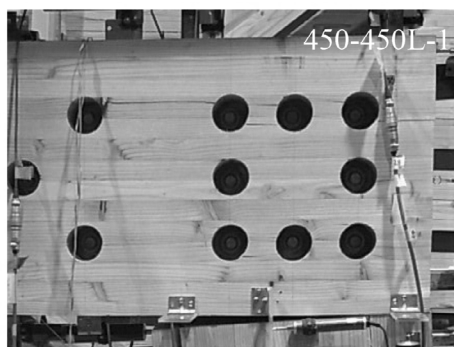


Fig. 3.23. Shear cracks at pre-drilled hole periphery

終局的には、450-450L-1 は柱 D 材の接合部境界部における曲げ破壊、450-450-450L-2 は梁の合せ区間とパネルゾーンの間中部における曲げ破壊、450L-3 は梁

の合せ区間とパネルゾーンの間中部から木口まで進展したせん断割裂、によって急激に荷重低下し試験終了となった。

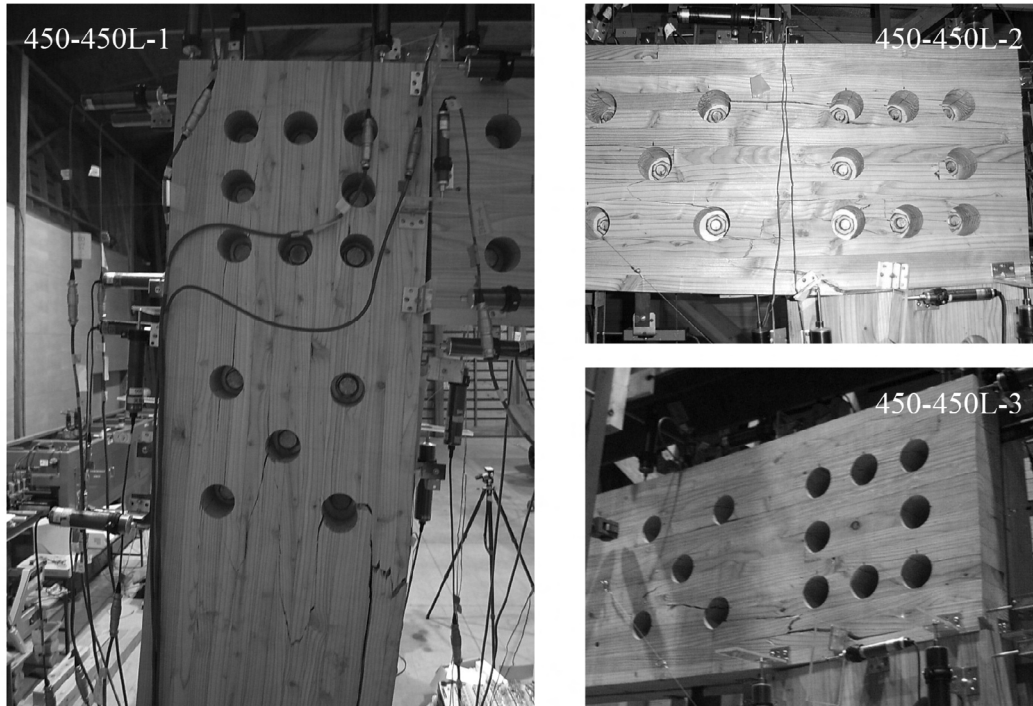


Fig. 3.24. Failure mode of each specimen of 450-450L

集成材 - 鋼板間ビス接合について、Fig. 3.22 でも観察できるようにビスの変形はD材では大きくなく、S材では Fig. 3.25 に示す様にモードⅢ～Ⅳの変形が僅かに観察できる程度であり、ビス孔の変形についても小さいことから、ビス接合には余力があったことが推察された。



Fig. 3.25. Screws and screwed hole after test

290-290L に関して、25kNm あたりからピシピシという破壊音が発生し始めた。Fig. 3.19 の $M-\gamma$ 関係を見ると 27kNm に明らかな剛性低下が看取される。これは 450-450L 同様に鋼板 - 鋼板間高力ボルトの摩擦接合のすべりが原因であり、試験後の鋼板 - 鋼板間の接合面には Fig. 3.26 に示す様にパネルゾーンにおいて薬剤処理による塗装が剥がれた顕著なすべり痕が確認できた。一方、合せ区間では認められなかった。

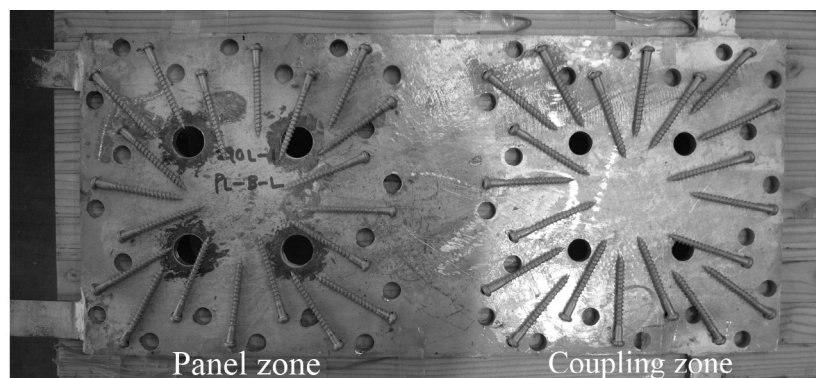


Fig. 3.26. Slip marks on steel in panel zone(Left) and no mark on steel in coupling zone(Right)

また、46kNm 付近で柱 D 材のパネルゾーンの座掘り孔外周にせん断割裂が発生し、その後、合せ区間においても発生した。最大耐力付近でそれらは結合した。梁 D 材においてもほぼ同時期にパネルゾーンにおける座掘り孔外周に発生した。

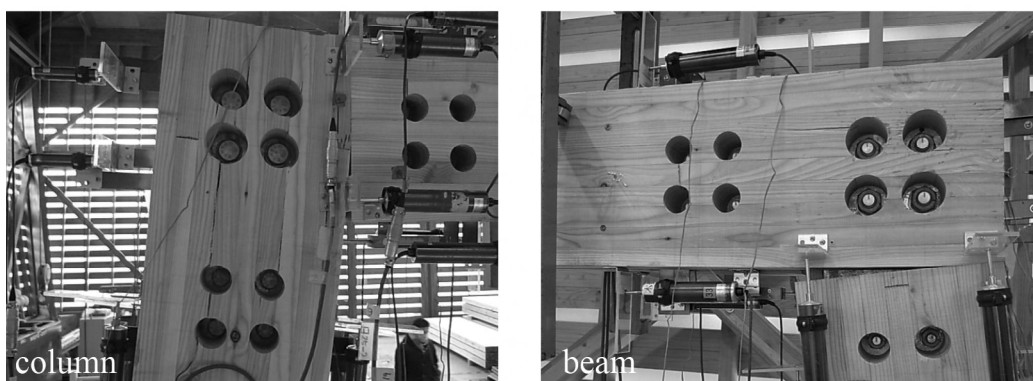


Fig. 3.27. Shear cracks at pre-drilled hole periphery

終局的には Fig. 3.28 に示す柱の引張側ラミナが割裂あるいは曲げ破壊したことにより荷重が 8 割程度まで低下した。その後、僅かに上昇してから下降し始め 8 割を切って試験終了となった。

集成材 - 鋼板間ビス接合について、ビスの変形及びビス孔の変形は D 材 (Fig. 3.26、Fig. 3.28) と S 材 (Fig. 3.29) とともに小さかった。450-450L 同様にビス接合には余力があったと考えられる。

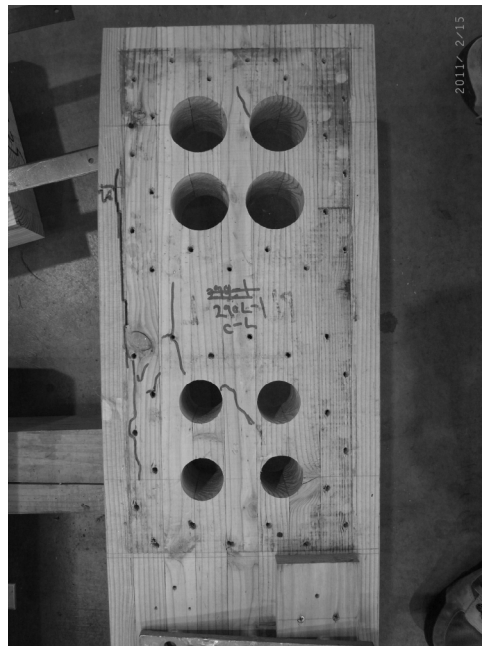


Fig. 3.28. Shear cracks and bending failure at outmost layer

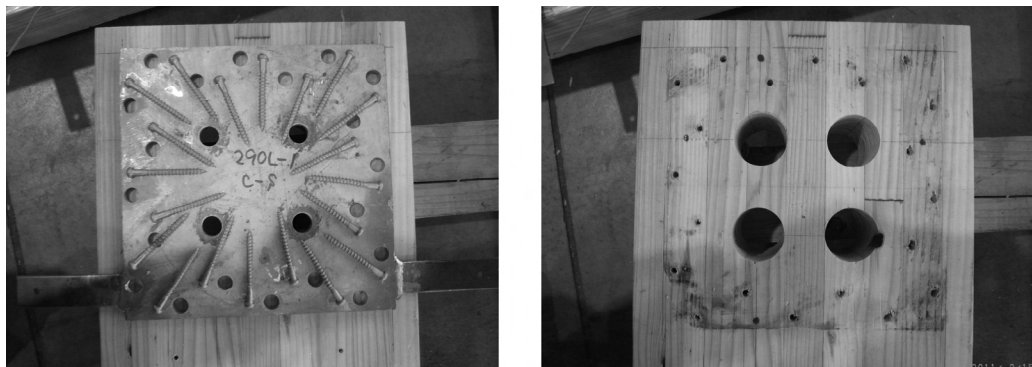


Fig. 3.29. Screws and screwed holes after test of S-member in column

450-290L に関して、34kNm あたりからピシピシという破壊音が発生し始めた。また、Fig. 3.19 の $M-\gamma$ 関係を見ると 60kNm に明らかな剛性低下が看取される。450-290L ではこの破壊音発生と剛性低下時期がずれた。この破壊音が高力ボルトの摩擦接合面のずれる音であるとすれば、450-450L、290-290L とは異なり、この剛性低下の主な原因は高力ボルト接合のすべりではなく、別の原因だと考えられる。また、高力ボルト接合が降伏した場合の剛性低下は 2 次剛性域を持つが、 $M-\gamma$ 関係を見ると剛性が急激に低下し横ばいになっている。

Fig. 3.30 に終局時の接合部と試験後の柱 D 材の鋼板を示す。これを見ると、パネルゾーンと柱合せ区間の境界部分でヒンジ状に曲げ変形していることが見て取れ、鋼板が降伏していることが確認できる。したがってこの剛性低下の主な原因は鋼板の降伏であると推察される。但し、鋼板表面の高力ボルト接合用孔周辺を観察すると、塗装の剥がれによるすべり痕が確認されたため高力ボルト接合においてもすべりが生じていたものと考えられる。

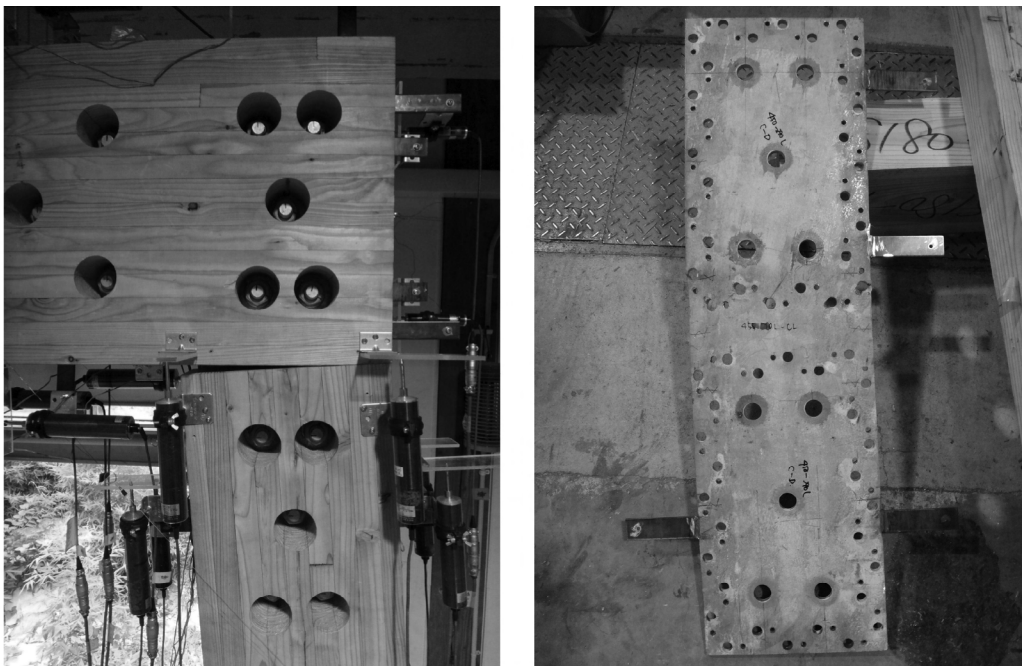


Fig. 3.30. Beam-column joint in test(Left) and steel plate of D-member of column after test(Right)

また、Fig. 3.31 に示すように 55kNm 付近で柱 D 材のパネルゾーンの座掘り孔外周に割裂が生じ(左側)、60kNm 付近で座掘り孔同士の割裂がつながった。この破壊も剛性低下の一つの要因と考えられる。



Fig. 3.31. Shear cracks at pre-drilled hole periphery

終局に至るまでパネルゾーンの母材の割裂が進展しつつも荷重を保持しながら変形が増大し、加力装置のストローク限界によって試験終了となった。

集成材 - 鋼板間ビス接合について、梁の D、S 材ともに非常に小さく、柱の S 材も同様に小さかった。柱の D 材は、Fig. 3.32 に示すように柱合せ区間のもは小さいもののパネルゾーンでは母材の割裂に伴い、繊維平行方向の変位が大きくなっていることが確認された。つまり、この分だけ鋼板に伸びがあったことを示す結果である。

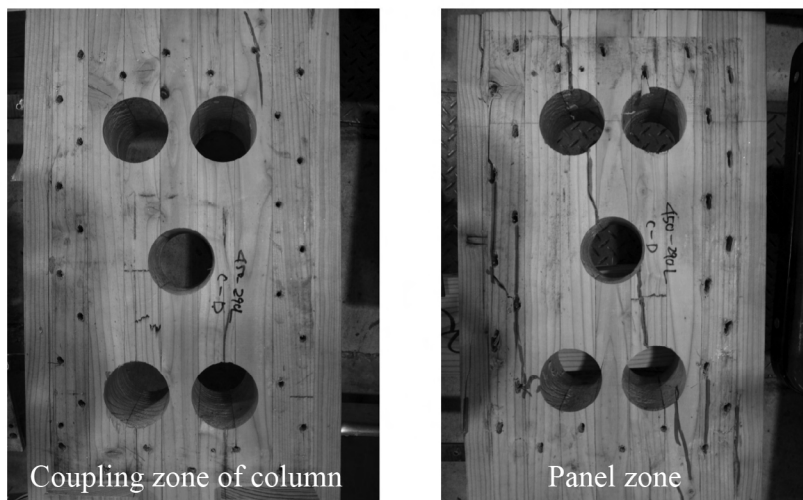


Fig. 3.32. D-member of column after test