

令和3年度木材産業・木造建築活性化対策CLT・LVL等の建築物への利用環境整備事業のうち⑥ CLT・LVL等を活用した建築物低コスト化・検証等事業

「構造用製材の含水率及び接合仕様の検討」

報告書

令和4年3月

一般社団法人 全国木材組合連合会

< 目 次 >

- 1 試験の目的と基準法上の位置づけ
 - 1.1 試験の目的
 - 1.2 基準法上の位置づけ
 - 1.3 期待される成果
 - 1.4 検討委員会の構成と経過

- 2 試験木材
 - 2.1 木材の品質・条件
 - 2.2 木材含水率の調整手順

- 3 試験概要
 - 3.1 試験体仕様の検討
 - 3.2 試験の種類（案）
 - 3.3 試験体の形状
 - 3.4 試験方法
 - 3.5 評価方法
 - 3.6 試験体の密度と含水率
 - 3.7 KD15 試験体 試験結果
 - 3.8 KD20-25 試験体 試験結果
 - 3.9 特性値の比較
 - 3.10 まとめ

（参考） 令和4年度試験計画（案）

1. 試験の目的と基準法上の位置づけ

1. 1 試験の目的

建築物に構造用製材を使用する場合、建て方時の木材含水率が高いと、接合耐力上重要な部分に予期せぬ乾燥に伴う割れが入ったり、収縮により接合具にガタが生じたりすることで接合部が耐力低下する可能性がある。

本試験では、一般に流通している SD20 想定と SD15 想定^{※1}の構造用製材の比較試験(実験時には含水率 10%程度)を行い、両者の含水率の差異が接合部の耐力にもたらす影響について検証し、乾燥に伴う耐力低下のおそれの少ない接合方法について、適用可能な仕様を明確化する。

1. 2 基準法上の位置づけ

建築基準法施行令第 46 条第 2 項第 1 号イ及び告示第 1898 号^{※1}第 5 号では、構造上主要な部分である柱及び横架材に使用する木材のうち、JAS に適合する構造用製材については、原則、含水率の基準が 15%以下^{※2}であることが求められており、この理由について、「建築物の構造関係技術基準解説書」では、「含水率の高い木材を使用した場合に、乾燥に伴って収縮や割れ等が発生し、特に接合部において、予期しない耐力低下が生じるおそれがあるため」とされているが、含水率及び接合仕様と耐力低下の関係性については明確にされていない。

1. 3 期待される効果

当該事業を実施することで、今後、下記の成果目標に寄与できる可能性がある。

- ・一般に流通している含水率 20%以下の構造用製材を、一般的な接合方法で利用可能となれば、部材の調達や設計が容易となる。
- ・また、告示第 1898 号第 5 号ロでは『乾燥割れにより耐力が低下するおそれの少ない構造の接合』の場合は 20%以下でよいとされているところ、本規定を適用可能な例示仕様^{※2}が限られており、適用範囲を拡大できる。

なお、想定している木造建築物は下記のとおりである。

- ・令第 46 条の壁量等の規定について、高耐力な耐力壁を用いたり、ラーメン工法を採用したりするなどして、令第 46 条 2 項ルートによる構造計算により適用除外とする場合。
 - ・学校の木造の校舎で、令第 48 条第 1 項の規定（構造耐力上主要な柱は 13.5cm 角以上等）について、JISA3301「木造校舎の構造設計標準」ではなく、令第 46 条 2 項ルートによる構造計算により適用除外とする場合。
- (・ 主要構造部の柱や梁を燃えしろ設計による準耐火構造とする場合。)
- ・建物の規模は階数 3 階程度、高さ 13m 以下かつ軒高 9m 以下程度

※適用困難と思われる建物の想定

※1 昭和 62 年建設省告示第 1898 号「構造耐力上主要な部分である柱及び横架材に使用する集成材その他の木材の品質の強度及び耐久性に関する基準を定める件」

※2 乾燥割れにより耐力が低下するおそれの少ない構造の接合の場合、例えば、伝統的構法で用いられる貫通しくさび締めなどは 20%以下、径 24mm 程度の込み栓うちほぞ差し仕口などは 30%以下。

含水率 20%以下の構造用製材を用いる場合、鉛直荷重に対する繊維直交方向の収縮に配慮が必要。特に、通し柱でなく梁勝ちとなり上下階の柱の間に梁が入る場合。階数 3 以下であれば、共同住宅等で事例も多く、現状大きな問題も生じていないが、大断面製材等を用いて階数 4 以上とする場合、収縮率の配慮の必要性が高まってくる。(一方で、規模を区切るのではなく、特に階数 4 以上は事例も少ないことから配慮が必要、といった配慮事項を添える形とすることも考えられる。)

体育館等の大空間では木材の収縮による屋根等の沈み込みに配慮する必要がある。

1. 4 検討委員会の構成と経過

1. 4. 1 検討委員会の構成

(順不同、敬称略)

委員

河合 直人 (座長)	工学院大学 建築学部建築学科 教授
小林 研治	静岡大学大学院農学領域 生物資源科学科 住環境構造学研究室 准教授
川井 安生	秋田県立大学 木材高度加工研究所 准教授
槌本 敬大	建築研究所 材料研究グループ 上席研究員
中島 昌一	建築研究所 構造研究グループ 主任研究員
原田 真樹	森林総合研究所 木材研究部門 構造利用研究領域 領域長
井道 裕史	森林総合研究所 木材研究部門 構造利用研究領域 材料接合研究室 室長
加藤 英雄	森林総合研究所 木材研究部門 構造利用研究領域 材料接合研究室 主任研究員
松元 浩	石川県農林総合研究センター林業試験場 主任研究員
河崎 弥生	岡山県農林水産総合センター森林研究所 研究員
田尾 玄秀	一般社団法人中大規模木造プレカット技術協会理事/縦建築事務所
功刀 友輔	一般社団法人中大規模木造プレカット技術協会理事/株式会社マルレーヴ
鈴木 圭	公益財団法人日本住宅・木材技術センター 研究技術部 技術主任

オブザーバー

国土交通省 住宅局住宅生産課木造住宅振興室
林野庁 林政部木材産業課

事務局

一般社団法人全国木材組合連合会

1. 4. 2 検討委員会の経過

第 1 回検討委員会 令和 3 年 8 月 6 日 (金) 13:00-15:00 (オンライン会議)

- ・ 事業概要について
- ・ 試験計画について

第 2 回検討委員会 令和 3 年 12 月 16 日 (木) 13:30-15:30 (オンライン会議)

- ・ 試験計画の変更について

- ・ KD15 試験体の加力試験の結果について
- ・ KD20-25 の試験体の含水率調整の状況について

第 3 回検討委員会 令和 4 年 3 月 14 日（月）10:00-12:00（オンライン会議）

- ・ 試験の結果について
- ・ 令和 4 年度試験計画（案）

2. 試験木材

2. 1 木材の品質・条件

- ・調達する木材は JAS 格付品のうち目視等級区分構造用製材 105 角とする(平角材は必要性についての検討含め、今後の課題としたい。)
- ・樹種は、比較的強度が低く、また人工乾燥による含水率等の管理に配慮が必要で、実務上含水率 20%以下の製材を利用可能な範囲の拡大が求められる観点から、スギを想定する。
- ・品質のバラツキを最小限に抑えるため、調達先の数は最小限とする。
今回は、取り扱う木材量の多さ、品質管理体制の良さ、品質チェックのため都内から近いなどの条件から、協和木材(株) (八溝スギの芯持ち材)を調達先としたい。
- ・乾燥方法は、流通量の多い高温セット乾燥とした。したがって、必然的に内部割れが多くなるが、あくまで内部割れの影響を見るための試験ではない。
- ・協和木材(株)での乾燥方法は高温セット乾燥とし、SD15 は実際に建物に使用された状態での含水率として絶乾法による含水率 12%以下のもの(以下、「KD15」)、SD20 は含水率 20%~25%程度のもとする(以下、「KD20-25」)。KD20-25 を含水率 12%以下に落とした際に KD15 の試験体の気乾比重の平均、標準偏差が同じくらいになるようにする。
- ・KD20-25 試験体を含水率 12%以下まで落とすための乾燥方法は、建物を施工した後の冷暖房器具等による乾燥過程を再現した自然乾燥や低温乾燥で行う。
- ・比較のためには、同一個体の木材から KD15 と KD20-25 をそれぞれ採取することが望ましいが、KD20-25 を再乾燥し KD15 に調整し直すなどの処理がコストや期間の面から困難であるため、同一個体での比較は行わない。
- ・その代わり個体間の気乾比重のばらつきが少なくなるように試験体材を抽出する(上限・下限値は比重の正規分布から判断する。図 2.1-1 は協和木材(株)から戴いた乾燥処理後のスギ 3m 材 57 本のデータサンプルの比重と含水率の分布を示したものである(◆)。絶乾比重 w_0 を 0.35 としたときの比重と含水率の関係を示したものが赤線である。まず、KD15

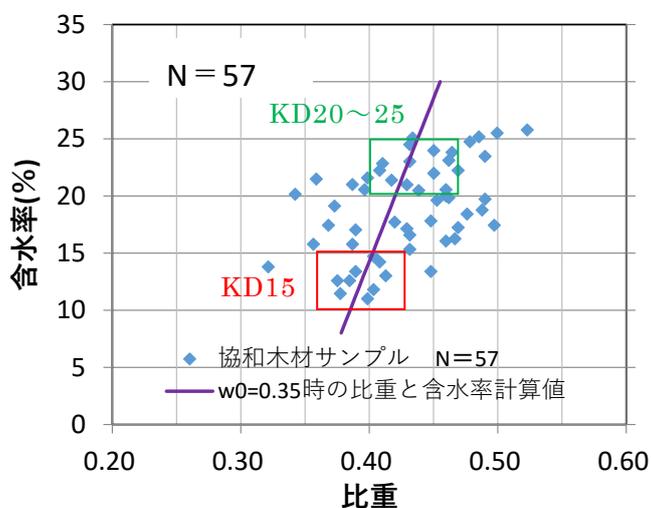


図 2.1-1 協和木材サンプルと絶乾比重 0.35 の場合の比重と含水率の関係

を 0.36～0.43 程度(赤枠)、KD20-25 については 0.40～0.46 程度(緑枠)を目安としたい。図 2.1-2 は協和木材サンプルの比重別分布(参考)である。KD10 のサンプリングは厳しい。

2. 2 木材含水率の調整手順

含水率の調整手順は下記のとおりを想定している。

(1) 試験体は、協和木材(株)の取り扱う SD20 を製造するために乾燥炉から取り出した木材の中からピックアップする(再乾燥が必要な材も含まれるので 20～25%の材も採取できる)。

※協和木材(株)では通常の品質管理でマイクロ波による含水率測定(元口、中央、末口)、重量の測定を行っている。

●KD15 : 3 か所の内、含水率 12%程度となっている部分のみを使用する。比重は 0.36～0.43

●KD20-25 : 含水率は両端 15% 超え 25% 以下、中央 20～25%、比重は 0.40～0.46。



図 2.2-1 マイクロ波による含水率測定(末口、中央、元口)

(2) 関東圏内のプレカット工場で、試験体部材及び絶乾法測定サンプルの切り出しを行う。

●KD15 : 絶乾法含水率は 12% 以下

●KD20-25 : 絶乾法含水率は 20～25% 程度(18% 以上も許容する)

このときの含水率の算出方法は、図 2.2-2 において①と②の平均を試験体部材 A、②と③の平均を試験体部材 B の含水率とする。

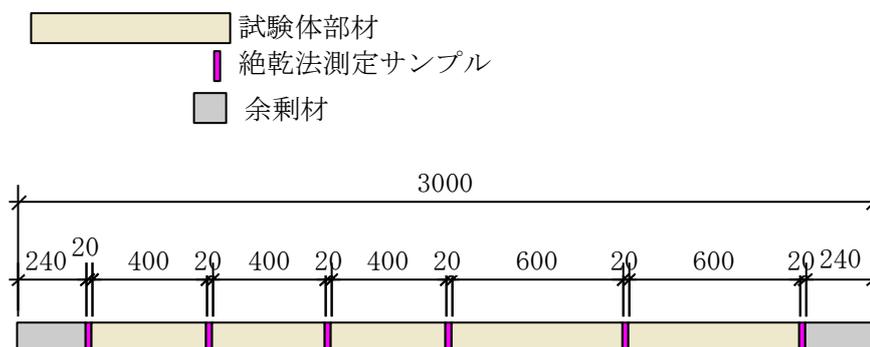


図 2.2-2 試験体部材・絶乾法測定サンプルの切り出し方法

(3) プレカット後、接合金物を取り付けて試験体を組み立てる(図 2.2-3)。

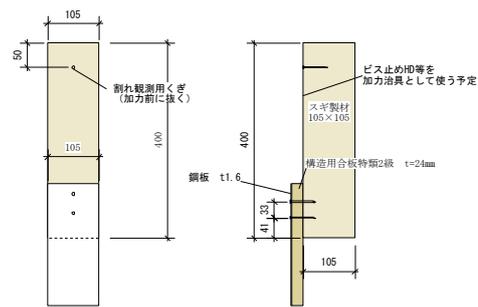


図 2.2-3 試験体の組み立て

■KD15 の場合

- (4) 試験実施まで恒温高湿室等 (20℃、65%) (住木センター他)に保管する。
- (5) 試験直前 (前日等) に割れが発生した位置、割れ寸法(長さ・幅・深さ)の記録を取る。
- (6) 住木センターにて試験実施。試験後に絶乾法で含水率を確認。

■KD20-25 の場合

- (4) プレカット後に割れが発生した位置、割れ寸法(長さ・幅・深さ)の記録を取る。
試験体の状態で含水率 12%以下(重量変化によるモニタリング)に落ちるまで再乾燥。
このときの乾燥方法は太陽熱乾燥システム (処理温度 45~50℃) を利用することを想定している。
- (5) 試験実施まで恒温高湿室等 (20℃、65%) (住木センター他)に保管する。
- (6) 試験直前 (前日等) に割れが発生した位置、割れ寸法(長さ・幅・深さ)の記録を取る。
- (7) 住木センターにて試験実施。試験後に絶乾法で含水率を確認。

3. 試験概要

3. 1 試験体仕様の検討

3.1.1 含水率の差異における耐力低下の要因

試験体仕様を決定するにあたり、接合部の強度性能に影響と思われる要因について整理した。

①割れ

- ・接合具位置と割れが一致することによる強度性能の低下が考えられる。
→どのような接合具でも多少なりとも影響がありそう。

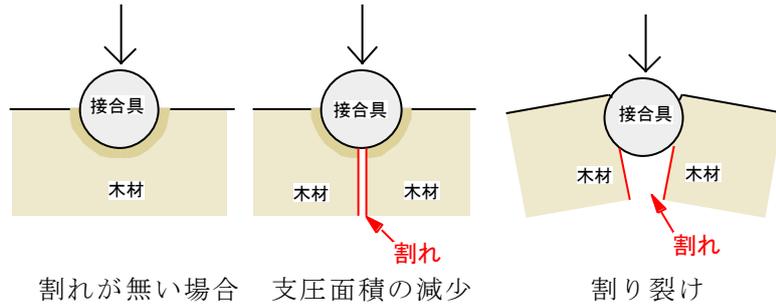


図 3.1.1-1 割れによる強度性能の低下の例（加力方向の割れ）

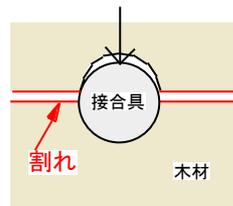
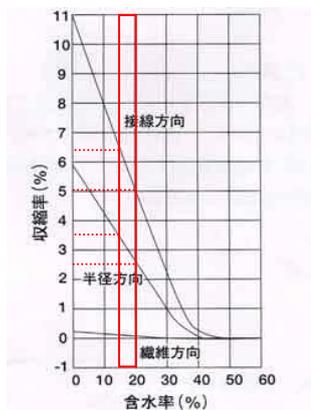


図 3.1.1-2 割れによる強度性能の低下の例（加力と直交方向の割れ）

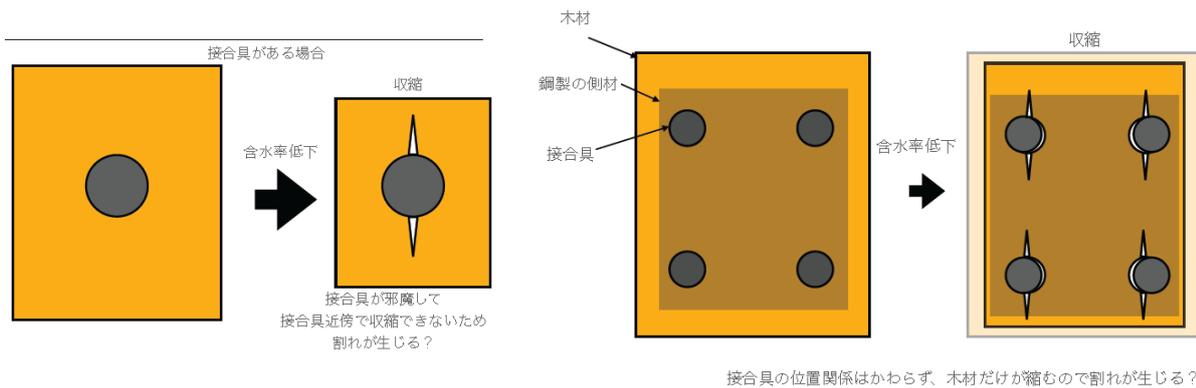
②収縮

- ・部材の寸法変化による接合部強度の低下による嵌合接合の緩みや接線方向の収縮による接合具に沿った割れの発生（図 3.1-4）など



図表-4.9 木材の含水率と収縮率

図 3.1.1-3 木材の含水率と収縮率



接合具の位置関係はかわらず、木材だけが縮むので割れが生じる？

< 単位接合部 >

< 接合部全体 >

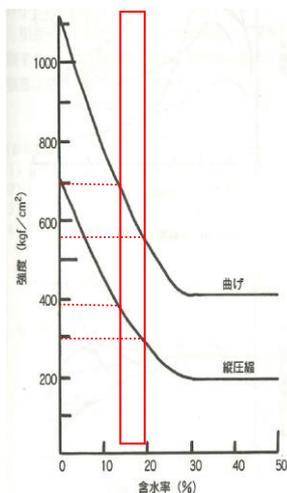
図 3.1.1-4 収縮による割裂発生の可能性

③クリープ

- ・ 梁材等の曲げのクリープ変形であれば、木材に依存する性能であり、接合部ではないので適用外。ただし、木材穴等の収縮により接合部の変形は進む。
- ・ 柱頭柱脚のめり込みクリープは、負荷荷重 2473kg の場合、未乾燥材だと初期変位除いてクリープ変形 4 mm 程度、乾燥材(20%前後)だと 2 mm 程度という報告がある^{※1}。15%と 20%の差であれば実用上問題ない範囲か。

④含水率の高さ

- ・ 平衡含水率に下がるまでの一定期間、部材強度が低下
→限られた期間内の話は問題にする必要はないと思われる。



無欠点小試験体の強度と含水率との関係
(木材活用辞典より)

表 含水率 1% の変化に対する強度性能の変化 (%)

	Wood Handbook 1955年版	12%から6% に変化したとき*	12%から20% に変化したとき*
曲げ強度	4	5.0	3.1
ヤング係数	2	1.5	1.6
圧縮強度	6	5.8	4.4
せん断強度	3	3.0	2.3

出典：Wood Hand book 1987年版による。

図 3.1.1-5 含水率と強度性能

3.1.2 接合具の種類の違いによる耐力低下の要因

※1 荒武志朗, 田中洋, 上杉基, 有馬孝禮; スギ構造材柱脚柱頭接合部のめり込みクリープ、木材工業, 60(3), 121-126(2005)

- ・高温セット乾燥が前提となっているので、表面割れではなく、内部割れの可能性が高い。

したがって内部割れを前提として考えると、鋼板挿入ドリフトピン接合やボルト接合、ほぞ込栓接合等が割れの影響の大きい接合部として候補に挙がる。

- ・表面割れの検証としてはビス接合、面材くぎ接合が有力だが、内部割れの場合はどこまで影響するか。表面割れに近い条件として、図 3.1-6 の幅はぎ接着していない CLT 材を用いた試験結果の例がある。



図 3.1.2-1 CLT のラミナ境界部にくぎやビスを打った場合の強度性能の影響

3.1.3 スリット加工について

- ・金物接合に影響しない部分に割れが発生してしまった場合には、乾燥割れの影響が検証できない(図 3.1.3-1 の左図)。このため、意図的にスリットを設け、不利な条件での検証も必要ではないか(図 3.1.3-1 の右図)。

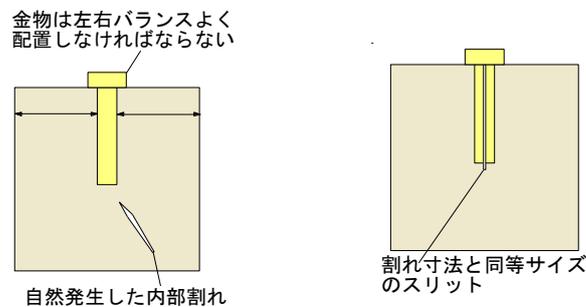


図 3.1.3-1 乾燥割れとスリット加工

3. 2 試験の種類（案）

3.1 の検討内容を踏まえて、試験の種類（案）を表 3.2-1 のとおりとした。

- ・対象となる部材寸法サイズは 105 角を想定しており、平角材については、今後の課題としたい。
- ・内部割れの場合は、嵌合接合（ほぞ差し込み栓や各種継ぎ手）の影響が大きそうだが、想定する建物の用途から考え、除外している。
- ・背割りを入れることによって、接合部に割れの影響を及ぼさなくした試験も有益だが、乾燥前の処理が必要なことから今後の課題としたい。
- ・くぎ及びビスの KD20～25 仕様については、加力試験の結果に影響を与えない場所にくぎ又はビスを打ち込み、割れの進展を確認する（スリット無し試験体のみ）。

表 3.2-1 試験の種類

試験体記号	試験体記号	施工時の試験体材の乾燥の程度	接合形式		スリット	試験体数(体)
A	15NSPN	KD15	合板添え板くぎ接合	一面せん断（繊維平行方向）	無し	6
B	15NSPS			有り	6	
C	15NSON			一面せん断（繊維直角方向）	無し	6
D	15NSOS			有り	6	
E	15SSPN		鋼板添え板ビス接合	一面せん断（繊維平行方向）	無し	6
F	15SSPS			有り	6	
G	15SSON			一面せん断（繊維直角方向）	無し	6
H	15SSOS			有り	6	
I	15STON			引き抜き	無し	6
J	15STOS				有り	6
K	15DSPN		鋼棒挿入ドリフトピン接合	二面せん断（繊維平行方向）	無し	6
L	15DPS			有り	6	
M	15BSPN		鋼板添え板ボルト接合	二面せん断（繊維平行方向）	無し	6
N	15BSPS			有り	6	
O	20NSPN	KD20-25	合板添え板くぎ接合	一面せん断（繊維平行方向）	無し	6
P	20NSPS			有り	6	
Q	20NSON			一面せん断（繊維直角方向）	無し	6
R	20NSOS			有り	6	
S	20SSPN		鋼板添え板ビス接合	一面せん断（繊維平行方向）	無し	6
T	20SSPS			有り	6	
U	20SSON			一面せん断（繊維直角方向）	無し	6
V	20SSOS			有り	6	
W	20STON			引き抜き	無し	6
X	20STOS				有り	6
Y	20DSPN		鋼棒挿入ドリフトピン接合	二面せん断（繊維平行方向）	無し	6
Z	20DPS			有り	6	
AA	20BSPN		鋼板添え板ボルト接合	二面せん断（繊維平行方向）	無し	6
AB	20BSPS			有り	6	
合計						168

15

含水率

- ・KD15(15)
- ・KD20 程度(20)

N

接合具

- ・くぎ (N)
- ・ビス (S)
- ・ドリフトピン (D)
- ・ボルト (B)

S

耐力の種類

- ・せん断 (S)
- ・引き抜き (T)

P

加力に対する
繊維の方向

- ・繊維平行 (P)
- ・繊維直角 (O)

N

スリットの有無

- ・無し (N)
- ・有り (S)

図 3.2-1 試験記号の意味

図 3.3.1-1 合板添え板くぎ接合 一面せん断（繊維平行方向、スリット無し） 試験体図

試験体記号 B、P

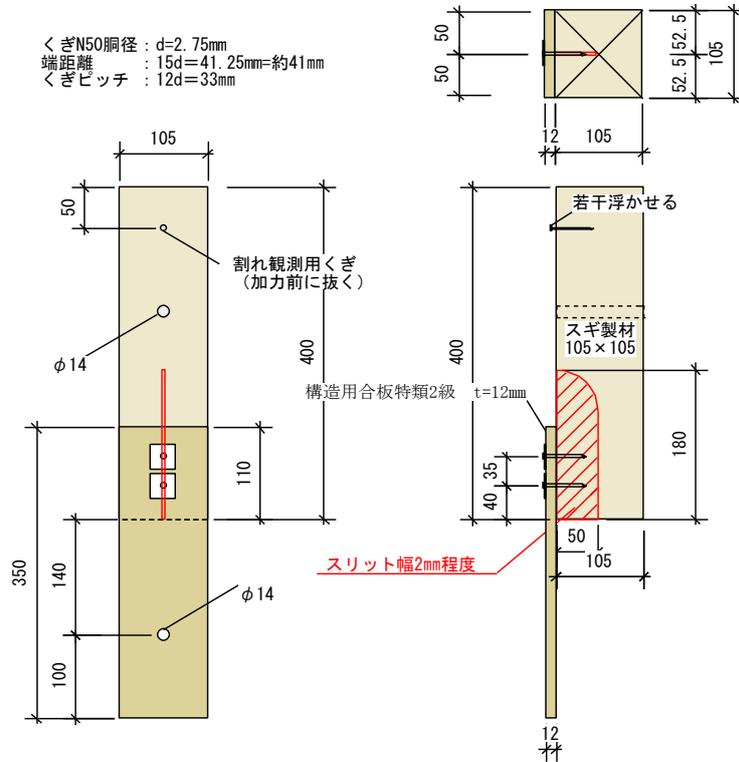


図 3.3.1-2 合板添え板くぎ接合 一面せん断（繊維平行方向、スリット有り） 試験体図

3.3.2 合板添え板くぎ接合 一面せん断（繊維直角方向）の要素試験（図 3.3.2-1～図 3.3.2-2）

- ・高耐力壁の面材くぎ接合を想定している（写真 3.3.1-1）。
- ・面材くぎ接合は、面材がパンチングアウトしてしまうと何の検証か分からなくなるので構造用合板 24 mm の表層に鋼板 $t=1.6$ mm を張り付ける。
- ・中心に芯があると仮定した場合、材料表面から断面の中心に向けて割れが入りやすいと考えられるため、材上端部からの端距離は、せい の 1/2 とする。
- ・割れ観測用として、材端部に添え板無しのかぎを打つ（木材にめり込ませない程度に浮かせる）。スリット試験体は、割れ観測用なし。

試験体記号 C、Q

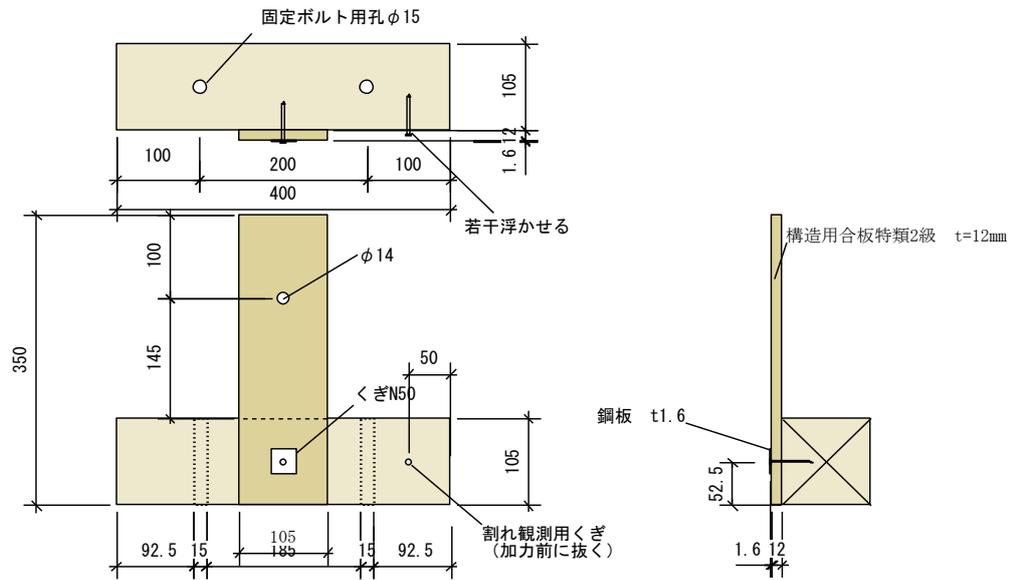


図 3.3.2-1 合板添え板くぎ接合 一面せん断（繊維直角方向、スリット無し） 試験体図

試験体記号 D、R

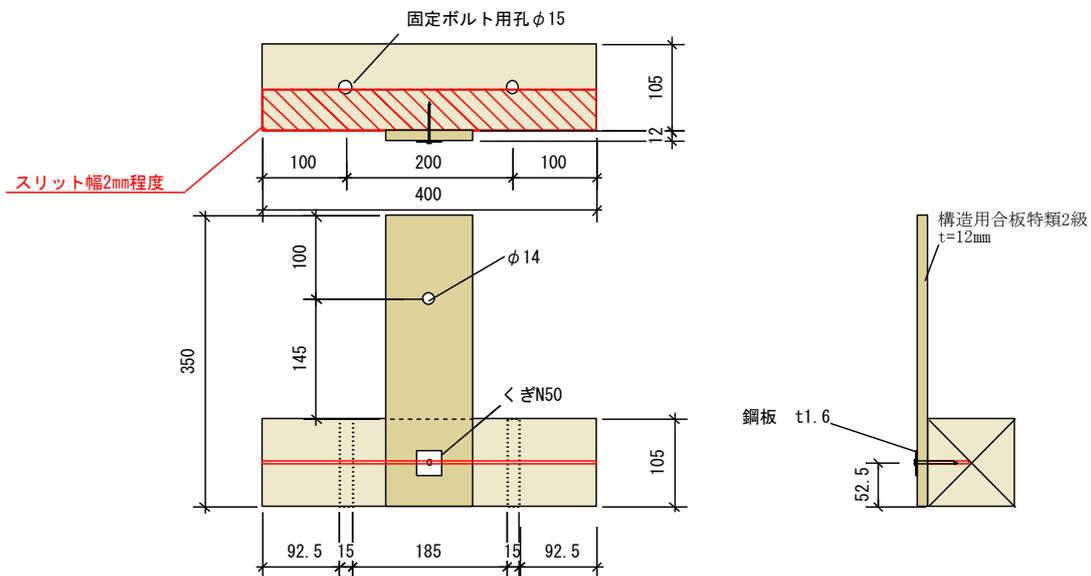
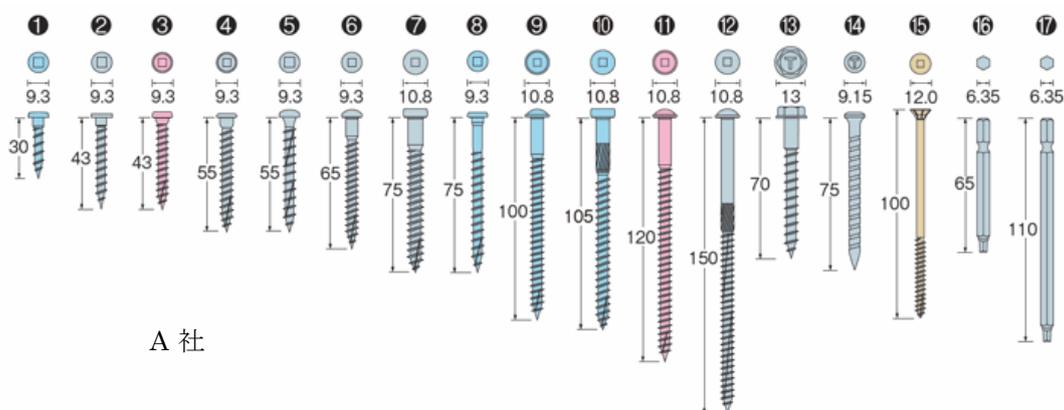


図 3.3.2-2 合板添え板くぎ接合 一面せん断（繊維直角方向、スリット有り） 試験体図
 3.3.3 鋼板添え板ビス接合一面せん断（繊維直角方向）の要素試験（図 3.3.3-3～図 3.3.3-4）

- 接合金物の柱側を想定している。
- ビスの端距離（15d）、ビスピッチ（12d）は学会規準の木ねじ接合に合わせる。
- 割れ観測用として、加力治具を取り付ける部分に添え板無しビスを打つ（木材にめり込ませない程度に浮かせる）。
- ビスの種類については、多種多様であるが、接合金物用は寸法形状が絞られ、どのビスでも大過ないと思われる(図 3.3.3-1 は大手 3 社の金物用ビス)。今回は Z マーク表示金物用四角穴付きタッピンねじ STS65・C (図 3.3.3-2)を使用する。



A 社



B 社



C 社

図 3.3.3-1 大手 3 社の使用しているビス

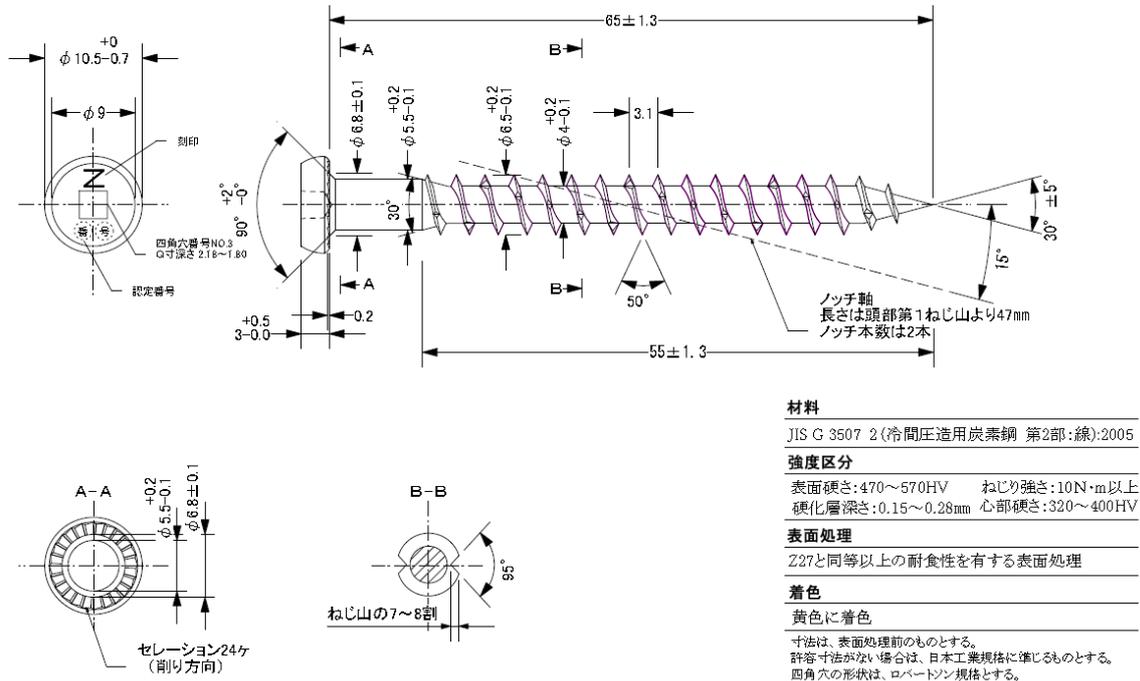
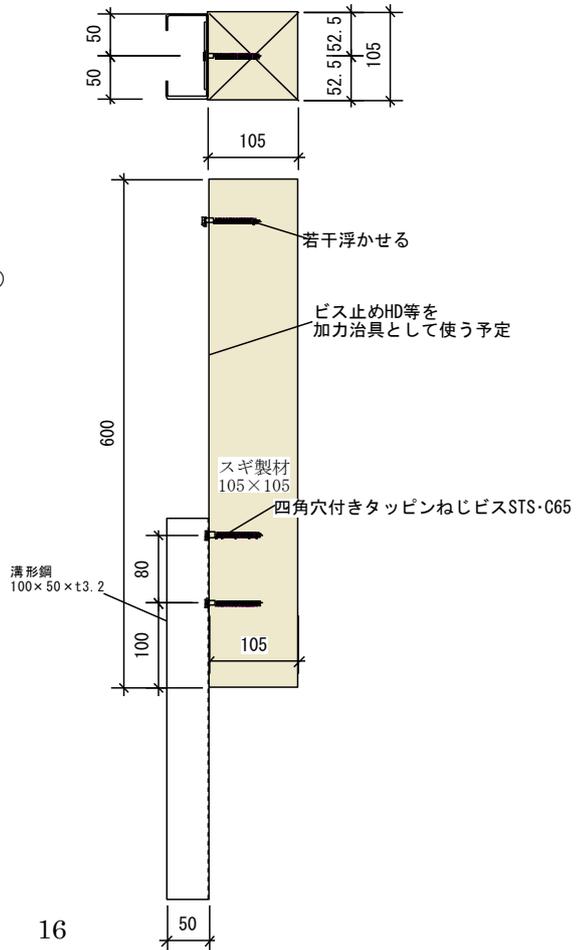
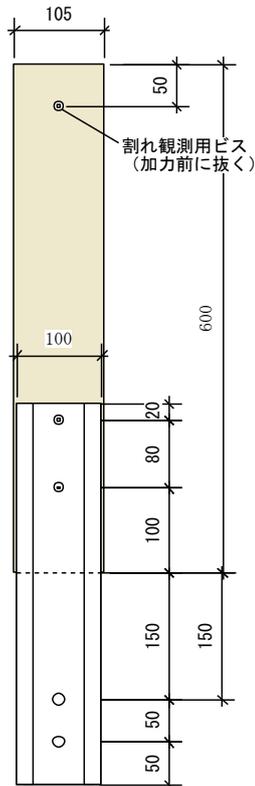


図 3.3.3-2 Z マーク表示金物用四角穴付きタッピンねじ STS・C65

試験体記号 E、S

端距離 : 15d=約50mm
くみピッチ : 12d=約40mm



3.3.4 鋼板添え板ビス接合一面せん断（繊維直角方向）の要素試験（図 3.3.4-1～図 3.3.4-2）

- ・接合金物の横架材側を想定している。
- ・中心に芯があると仮定した場合、材料表面から断面の中心に向けて割れが入りやすいと考えられるため、材上端部からの端距離は、せい の 1/2 とする。
- ・割れ観測用として、材端部に添え板無しのビスを打つ（木材にめり込ませない程度に浮かせる）。スリット試験体は、割れ観測用なし。

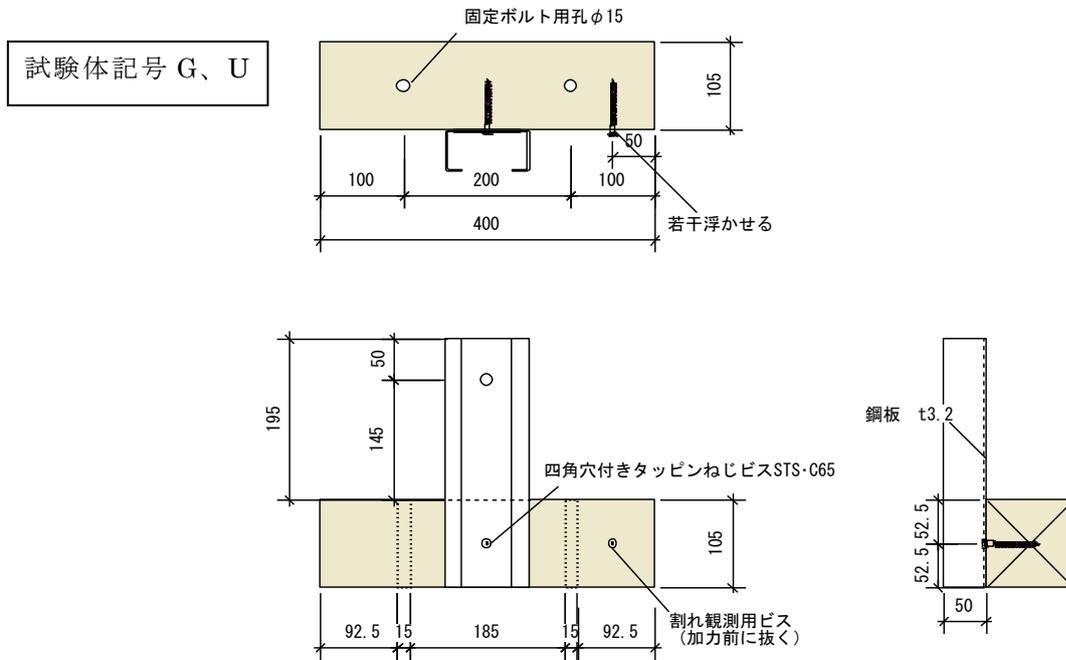


図 3.3.4-1 鋼板添え板ビス接合 一面せん断（繊維直角方向、スリット無し） 試験体図

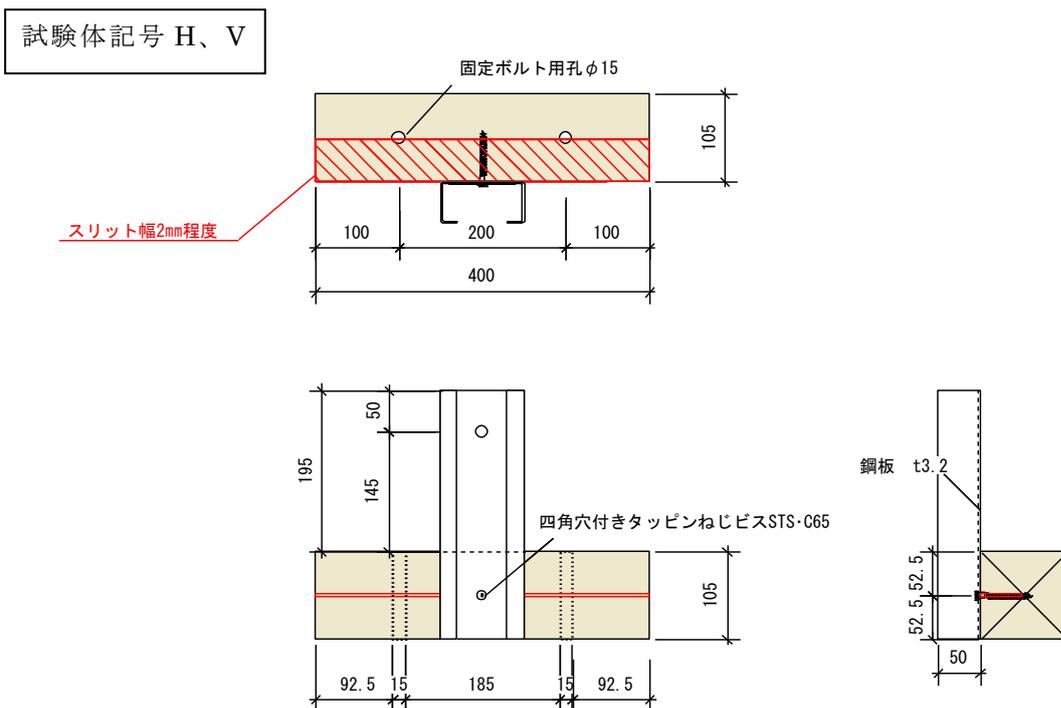


図 3.3.4-2 鋼板添え板ビス接合 一面せん断（繊維直角方向、スリット有り） 試験体図

3.3.5 鋼板添え板ビス接合 ビスの引き抜き要素試験（図 3.3.5-1～図 3.3.5-2）

- ・接合金物(L型形状の金物)の横架材側を想定している。
- ・中心に芯があると仮定した場合、材料表面から断面の中心に向けて割れが入りやすいと考えられるため、材中央部分に打つ。
- ・割れ観測用として、材端部に添え板無しビスを打つ（木材にめり込ませない程度に浮かせる）。スリット試験体は、割れ観測用なし。

試験体記号 I、W

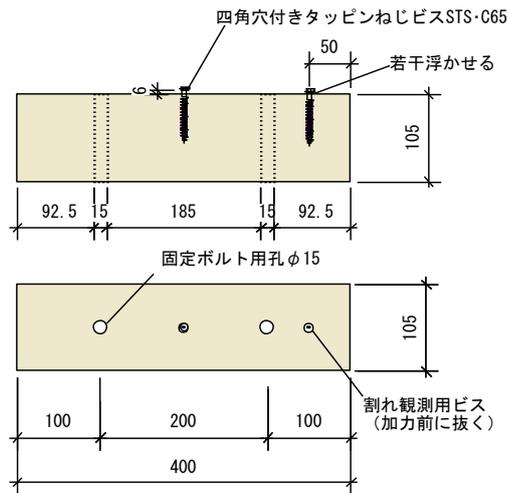


図 3.3.5-1 鋼板添え板ビス接合 ビスの引き抜き（繊維直角方向、スリット無し） 試験体図

試験体記号 J、X

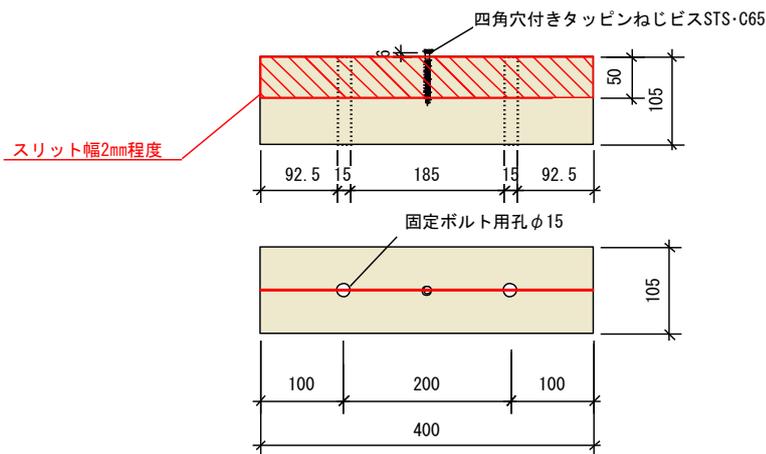


図 3.3.5-2 鋼板添え板ビス接合 ビスの引き抜き（繊維直角方向、スリット有り） 試験体図

3.3.6 鋼棒挿入ドリフトピン接合 二面せん断（繊維平行方向）の要素試験

（図 3.3.6-3～図 3.3.6-4）

- 接合金物の柱側を想定している。
- 鋼板挿入ドリフトピンの場合、鋼板挿入のためのスリットを入れるため、図 3.3.6-1 のように木材が収縮し、割れが起こらない可能性が高い。一方鋼棒挿入ドリフトピン接合は、ドリフトピンが木材断面中心に向かって打ち込まれるため（図 3.3.6-2）、乾燥割れと一致しやすいと考えられる。したがって鋼板挿入ドリフトピン接合ではなく、鋼棒挿入ドリフトピン接合を対象として実験を行う。
- 市販金物 SSLOCK 柱脚金物を使用する。
- ピンの端距離は学会規準のドリフトピン接合（7d）に合わせる。
- 木材表面が露出しているため、割れ観測用ピンは不要。

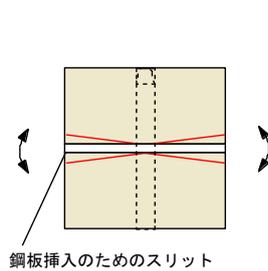


図 3.3.6-1 鋼板挿入ドリフトピン接合の乾燥収縮の想定

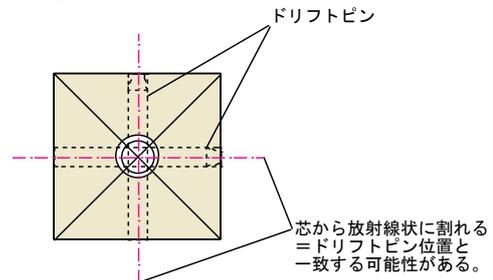


図 3.3.6-2 鋼棒挿入ドリフトピン接合のドリフトピン位置と割れの関係

試験体記号 K、Y

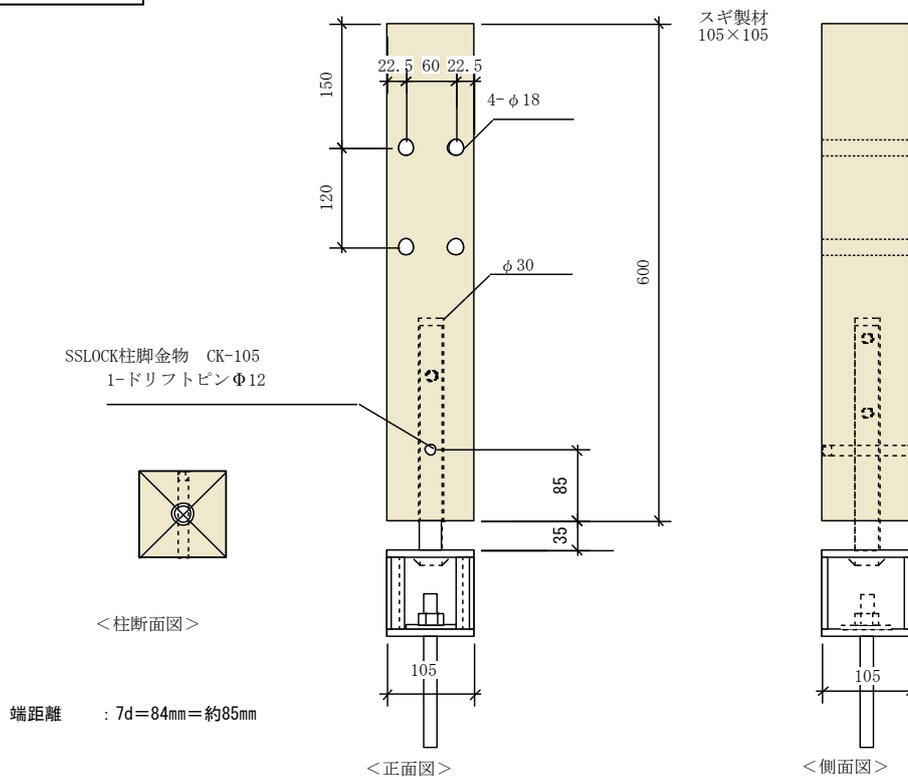


図 3.3.6-3 鋼棒挿入ドリフトピン接合 二面せん断（繊維平行方向、スリット無し）

試験体図

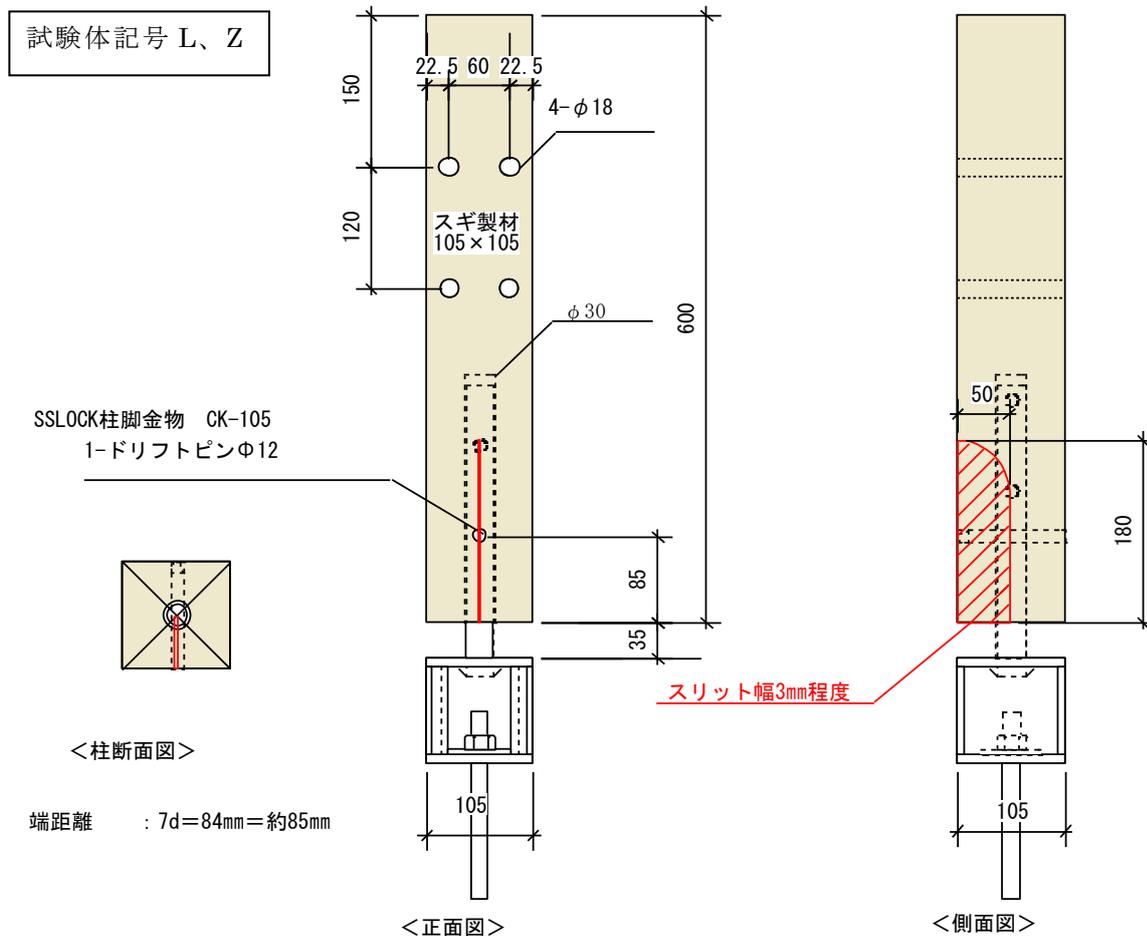


図 3.3.6-4 鋼棒挿入ドリフトピン接合 二面せん断（繊維平行方向、スリット有り）
試験体図

3.3.7 鋼板添え板ボルト接合 二面せん断（繊維平行方向）の要素試験

（図 3.3.7-1～図 3.3.7-2）

- ・接合金物の柱側を想定している。
- ・加力のため、二面せん断とする。
- ・ボルトの端距離は学会規準のボルト接合（7d）に合わせる。
- ・ボルトよりボルト穴が 2 mm 大きいいため、割れはボルトの存在に依存しないと考えられる。

よって割れ観測用のボルトは設けない。

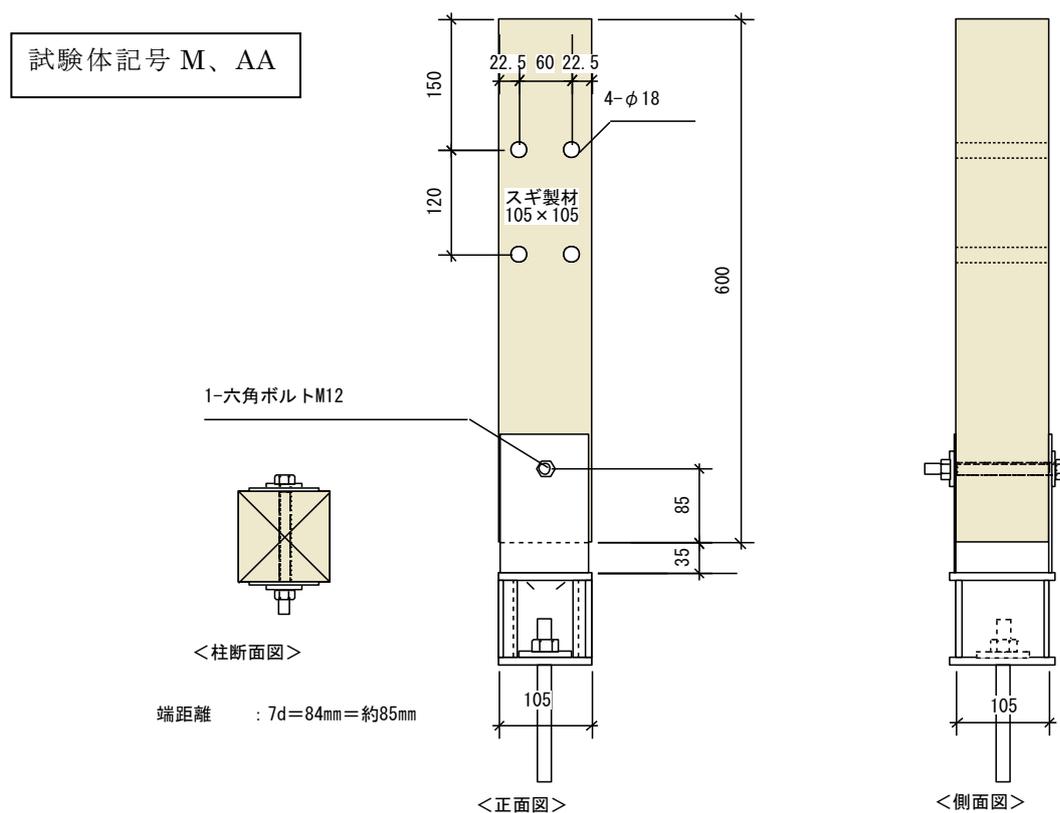


図 3.3.7-1 鋼板添え板ボルト接合 二面せん断（繊維平行方向、スリット無し）試験体図

試験体記号 L、AB

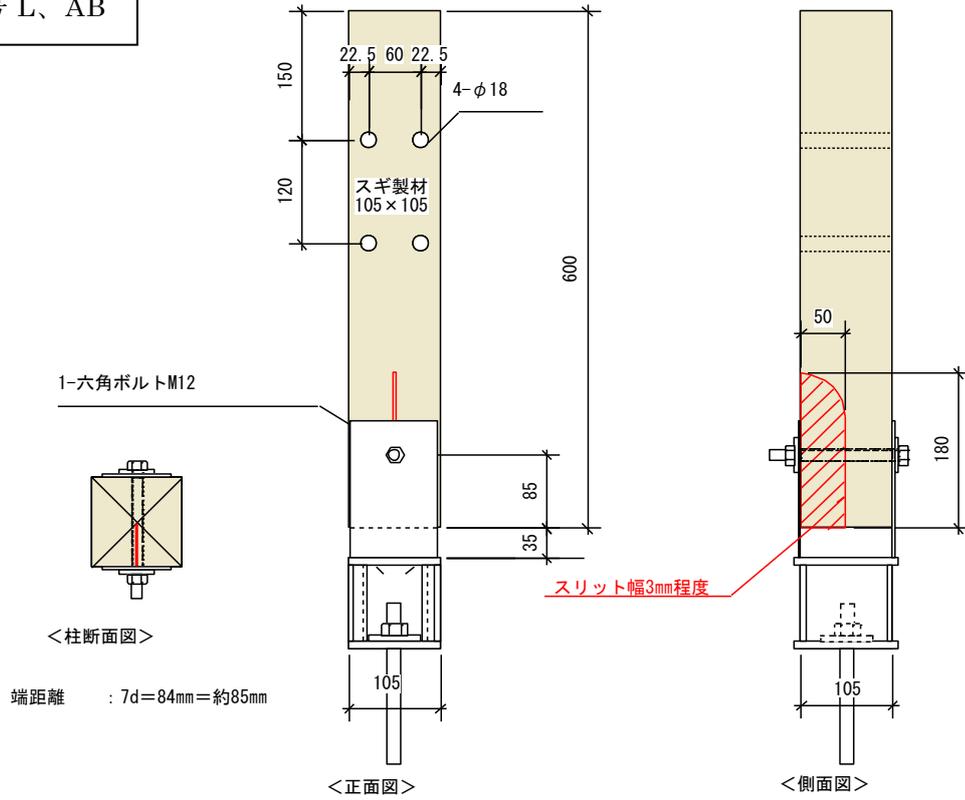


図 3.3.7-2 鋼板添え板ボルト接合 二面せん断（繊維平行方向、スリット有り）試験体図

3. 4 試験方法

3. 4. 1 加力方法

- (1) 試験の加力は単調加力とする。
- (2) 加力は最大荷重に達した後、最大荷重の 80% に荷重が低下するまで又は仕口の機能が失われるまで行う。
- (3) 柱に軸方向力を加える場合、偏心の可能性のあるものは、サポートにより偏心を強制するか又は引張加力の位置を調整して、柱が偏心せずに鉛直方向に引張できるように治具を設置する。

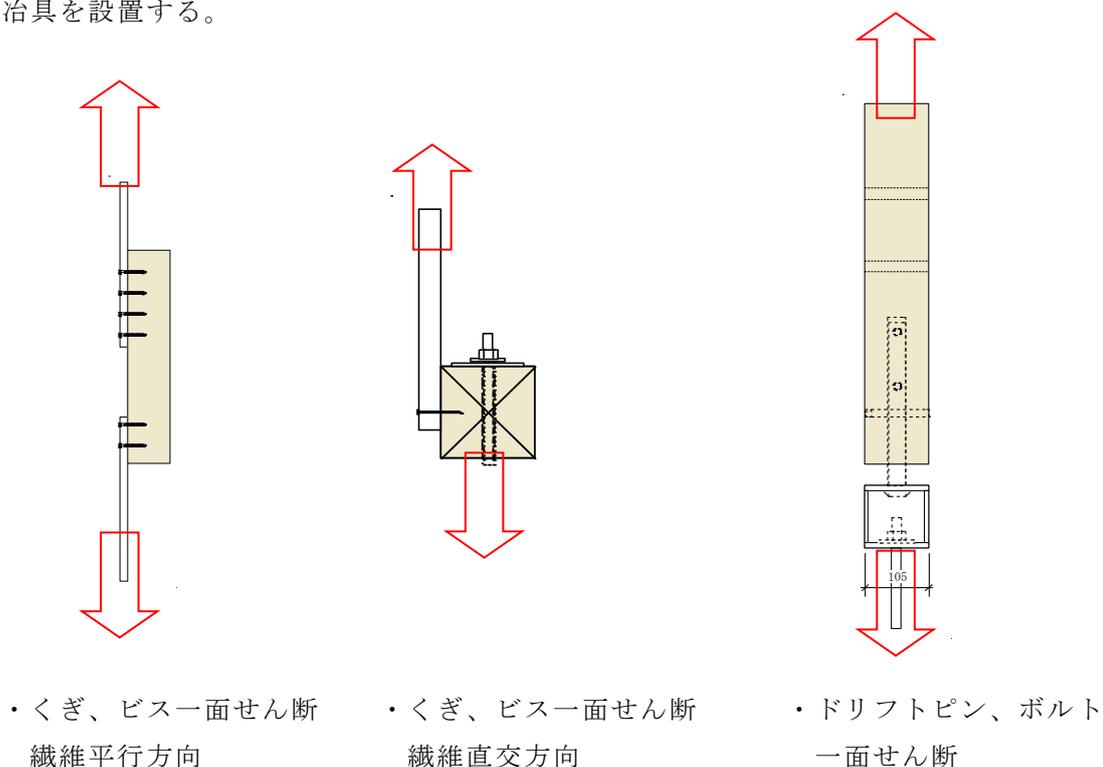


図 3.4.1-1 加力方法

3. 4. 2 変位の測定

変位計測は、変位計を用い、柱の軸芯で前後 2 カ所以上で計測し、平均値を用いる。変位には、試験による材料の割れ、めり込みによる変位等も含んだものとする。

固定用ボルト、金物の変位も含めた製材の浮き上がり変位を測定する。

3. 4. 3 試験の記録

試験成績書には、下記の事項の記録を行うものとする。

- ①木材の種類(等級)、密度、含水率
- ②接合金物の規格と試験に用いた接合金物の材質
- ③試験方法(加力方法、測定方法含む)と試験体図
- ④評価方法
- ⑤試験結果(下記 3.5 の特性値と荷重-変形曲線)
- ⑥破壊性状
- ⑦記録写真

3. 5 評価方法

3.5.1 特性値の算出

完全弾塑性モデルによる評価とし、表 3.5.1-1 の特性値を算出する。

データ整理するときは、これらの平均値を求め、荷重に関する特性値 (P_{max} 、 P_y 、 P_u 等) については、それぞれのばらつき係数を乗じた値を算出する。

ばらつき係数は、母集団の分布形を正規分布とみなし、統計的処理に基づく信頼水準 75% の 95% 下側許容限界値をもとに次式により求める。

表 3.5.1-1 算出する特性値

項目	単位	平均値	5%下限値
最大荷重 P_m	kN	○	○
最大荷重時の変位 δ_m	mm	○	—
δ_u 時荷重	kN	○	○
終局変位 δ_u	mm	○	○
降伏耐力 P_y	kN	○	○
δ_y	mm	○	—
終局耐力 P_u	kN	○	—
初期剛性 K	kN/mm	○	—
降伏点変位 δ_v	mm	○	—
塑性率 $\mu = \delta_u / \delta_v$		○	—

3.5.2 短期基準耐力の算出

短期基準耐力 T_0 は、下記の (a) 又は (b) の耐力の平均値に、それぞれのばらつき係数を乗じて算出した値のうちの小さい方とする。短期基準耐力時の変形が著しく大きい場合には、変形を考慮して短期基準耐力を修正する。

(a) 降伏耐力 P_y

(b) 最大荷重 P_{max} の 2/3

3. 6 試験体の密度と含水率

3. 6. 1 試験体木材の抽出

協和木材から提供いただいた試験体に使用する 3m のスギ製材の含水率と比重の関係は図 3. 6. 1-1 のとおりである。

同表には、スギの絶乾比重を 0. 35 としたときの各比重における含水率との関係を直線で示した。KD20-25 の試験体が 15%以下に乾燥した際に KD15 試験体と同じ密度帯となるように、前述の直線になるべく乗る試験体を抽出することが望ましい。

したがって、KD15 試験体では 0. 43 程度以下、KD20-25 試験体では 0. 42~0. 46 程度の材料を抽出することとした。KD15 試験体に使用するスギ製材個別データを表 3. 6. 1-1 に、KD20-25 試験体に使用するスギ製材個別データを表 3. 6. 1-2 に示す。同表の色分けは試験体抽出の優先順位を示しており、色が薄い製材を優先して使用した。

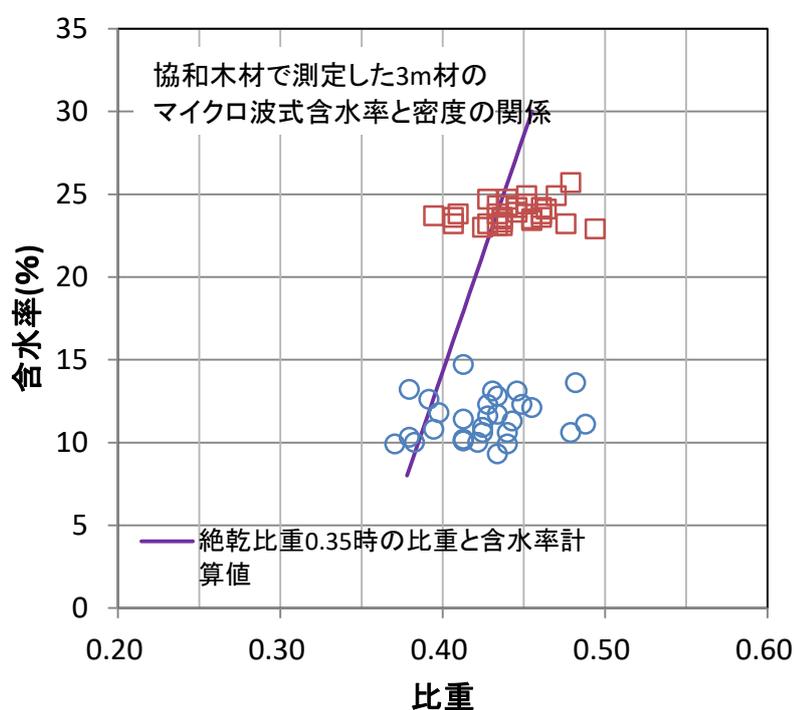


図 3. 6. 1-1 試験体に使用する 3m のスギ製材の含水率と比重の関係
(含水率は設置型の【マイクロ波透過型木材水分計 (MB-3100) : 株式会社エーティーエー】による測定結果である。)

表 3.6.1-1 KD15 試験体に使用する 3m スギ製材の含水率と比重

	//No	時間	厚	幅	長さ	樹種	重量 (kg)	ヤング (GPa)	E等級	元口1	中央2	末口3	含水 平均	密度
22	222	10:35:40	105	105	3011	3:杉	12.3	6.6	E70	9.2	11.1	9.6	9.9	0.371
13	213	10:33:53	105	105	3011	3:杉	12.6	8	E70	9.9	10	11.2	10.3	0.380
19	219	10:35:16	105	105	3011	3:杉	12.6	7.3	E70	9.7	16.1	13.9	13.2	0.380
25	225	10:39:08	105	105	3011	3:杉	12.7	7.3	E70	9.7	11	9.3	10	0.383
18	218	10:35:06	105	105	3011	3:杉	13	7.6	E70	11.5	15.6	10.7	12.6	0.392
4	204	10:28:38	105	105	3011	3:杉	13.1	8.4	E70	11.3	11.1	10	10.8	0.395
16	216	10:34:46	105	105	3011	3:杉	13.2	7.7	E70	9.2	12	14.4	11.8	0.398
1	201	10:27:26	105	105	3011	3:杉	13.7	8.3	E70	11.1	11	8.7	10.2	0.413
6	206	10:28:52	105	105	3011	3:杉	13.7	7.6	E70	9.5	11.7	9.3	10.1	0.413
12	212	10:30:21	105	105	3011	3:杉	13.7	7.5	E70	8.9	10.4	11	10.1	0.413
14	214	10:34:15	105	105	3011	3:杉	13.7	7.8	E70	9.8	14.7	9.8	11.4	0.413
28	228	10:39:31	105	105	3011	3:杉	13.7	7.3	E70	12.2	18	14	14.7	0.413
2	202	10:27:33	105	105	3011	3:杉	14	9.4	E70	9.3	11	9.7	10	0.422
10	210	10:30:07	105	105	3011	3:杉	14.1	11	E70	9.3	12.6	10.1	10.6	0.425
29	229	10:39:40	105	105	3011	3:杉	14.1	10.3	E70	11	11.6	10.2	10.9	0.425
11	211	10:30:14	105	105	3011	3:杉	14.2	8.5	E70	10.7	13.9	12.3	12.3	0.428
20	220	10:35:25	105	105	3011	3:杉	14.2	8.2	E70	10.7	13.8	10.3	11.6	0.428
23	223	10:38:19	105	105	3011	3:杉	14.3	8.4	E70	10.6	18.1	10.8	13.1	0.431
3	203	10:27:41	105	105	3011	3:杉	14.4	8.1	E70	10.2	9.1	8.8	9.3	0.434
15	215	10:34:22	105	105	3011	3:杉	14.4	9.6	E70	10	11.9	13.3	11.7	0.434
21	221	10:35:32	105	105	3011	3:杉	14.4	8.2	E70	9.2	14.7	14.6	12.8	0.434
9	209	10:30:00	105	105	3011	3:杉	14.6	9.3	E70	10.8	10.9	10.1	10.6	0.440
24	224	10:39:01	105	105	3011	3:杉	14.6	11.5	E70	8.8	11.6	9.5	9.9	0.440
17	217	10:34:55	105	105	3011	3:杉	14.7	7.8	E70	11.7	11.5	10.9	11.3	0.443
26	226	10:39:16	105	105	3011	3:杉	14.8	8.9	E70	10.8	13.8	14.8	13.1	0.446
27	227	10:39:23	105	105	3011	3:杉	14.9	7.6	E70	11.1	14.5	11.3	12.3	0.449
5	205	10:28:45	105	105	3011	3:杉	15.1	7.9	E70	10.3	12.7	13.3	12.1	0.455
8	208	10:29:52	105	105	3011	3:杉	15.9	11.8	E70	9.9	13	9.1	10.6	0.479
7	207	10:28:59	105	105	3011	3:杉	16	11.3	E70	12.7	14.7	13.6	13.6	0.482
30	230	10:39:57	105	105	3011	3:杉	16.2	10.9	E70	12.3	10	11	11.1	0.488
平均													11.4	0.42

表 3.6.1-2 KD20-25 試験体に使用する 3m スギ製材の含水率と比重

	//No	時間	厚	幅	長さ	樹種	重量 (kg)	ヤング (GPa)	E等級	元口1	中央2	末口3	含水 平均	密度
30	122	10:05:06	105	105	3011	3:杉	13.1	6.2	E70	23	25.7	22.4	23.7	0.395
6	89	9:56:56	105	105	3011	3:杉	13.5	6.3	E70	23.4	26.9	20.5	23.6	0.407
21	110	10:00:17	105	105	3011	3:杉	13.5	4.5	E50	22.7	24.6	22.3	23.2	0.407
5	88	9:56:32	105	105	3011	3:杉	13.6	6.8	E70	23.6	25.8	22.1	23.8	0.410
25	116	10:04:19	105	105	3011	3:杉	14.1	7.8	E70	22.2	24.8	22.2	23	0.425
10	94	9:57:52	105	105	3011	3:杉	14.2	8.5	E70	22.8	25.7	21.1	23.2	0.428
13	100	9:58:35	105	105	3011	3:杉	14.2	6	E70	24.1	25.7	24.3	24.7	0.428
4	87	9:56:25	105	105	3011	3:杉	14.4	5.6	E50	21.9	25.3	22.2	23.1	0.434
17	104	9:59:27	105	105	3011	3:杉	14.4	6.4	E70	21	26.9	23.5	23.8	0.434
26	117	10:04:27	105	105	3011	3:杉	14.4	7.1	E70	22.8	26.5	23.7	24.3	0.434
8	91	9:57:11	105	105	3011	3:杉	14.5	6.3	E70	21	27.7	21.8	23.5	0.437
16	103	9:59:21	105	105	3011	3:杉	14.5	6.8	E70	20.8	26.3	22.8	23.3	0.437
22	112	10:02:22	105	105	3011	3:杉	14.5	6.1	E70	25	25.8	20.1	23.6	0.437
28	119	10:04:44	105	105	3011	3:杉	14.5	7.7	E70	25.1	23.7	20.5	23.1	0.437
14	101	9:58:42	105	105	3011	3:杉	14.6	5.5	E50	23.9	25.9	24.3	24.7	0.440
24	115	10:02:58	105	105	3011	3:杉	14.6	5.1	E50	24.5	25.4	23.2	24.3	0.440
7	90	9:57:04	105	105	3011	3:杉	14.8	6.3	E70	24.1	26.1	21.7	23.9	0.446
18	105	9:59:34	105	105	3011	3:杉	14.8	8.8	E70	24	25.4	23.2	24.2	0.446
15	102	9:58:52	105	105	3011	3:杉	15	6	E70	22.9	26	24.5	24.4	0.452
29	121	10:04:59	105	105	3011	3:杉	15	8	E70	24.7	27.2	22.9	24.9	0.452
20	109	10:00:10	105	105	3011	3:杉	15.1	7.1	E70	20.7	25.5	24.2	23.4	0.455
27	118	10:04:35	105	105	3011	3:杉	15.1	10.1	E70	24.4	25.6	20.5	23.5	0.455
1	84	9:56:05	105	105	3011	3:杉	15.3	7.2	E70	23.9	25.5	23.2	24.2	0.461
11	97	9:58:15	105	105	3011	3:杉	15.3	8.1	E70	21.6	26.3	23.7	23.8	0.461
12	99	9:58:28	105	105	3011	3:杉	15.3	8.1	E70	21.9	26.1	22.8	23.6	0.461
3	86	9:56:18	105	105	3011	3:杉	15.4	6.8	E70	23.1	25.8	23.6	24.1	0.464
2	85	9:56:12	105	105	3011	3:杉	15.6	5.9	E70	23.2	27	24.5	24.9	0.470
23	113	10:02:44	105	105	3011	3:杉	15.8	9.5	E70	21.2	26	22.6	23.2	0.476
19	108	9:59:54	105	105	3011	3:杉	15.9	9	E70	26.4	27.9	23	25.7	0.479
9	92	9:57:17	105	105	3011	3:杉	16.4	6.5	E70	18.2	26	24.5	22.9	0.494
平均													23.9	0.44

3.6.2 KD15 材の密度と含水率

2.2 項の試験体両側の木材から取り出した絶乾法サンプルと、試験後に測定した KD15 試験体の含水率の比較を、図 3.6.2-1 に示す。

差が大きいものでは 2% 程度差が開いたものの、概ね一致する結果となった。

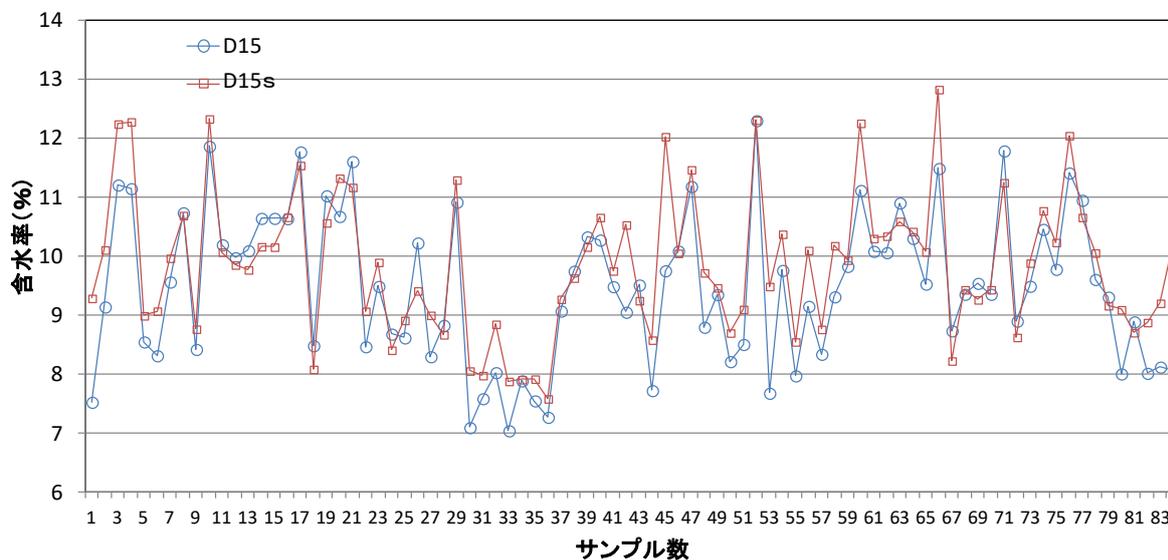


図 3.6.2-1 KD15 試験体の絶乾法含水率の比較

(※D15 は試験後に試験体から直接絶乾法試験体を取り出したもの、
D15 s は試験体木材切り出し時にその両側の木材から取り出した
サンプル材によるもの)

試験ごとの密度及び含水率の結果表 3.6.2-1 に示す。

表 3.6.2-1 KD15 試験体の密度、絶乾法含水率

<くぎ試験体>

試験体記号		スギ製材		構造用合板
		密度(g/cm ³)	含水率(%)	密度(g/cm ³)
15NSPN	1	0.40	7.5	0.51
	2	0.41	9.1	0.51
	3	0.37	11.2	0.50
	4	0.37	11.1	0.49
	5	0.40	8.5	0.52
	6	0.34	8.3	0.51
	平均	0.38	9.31	0.51
15NSPS	1	0.41	9.6	0.54
	2	0.40	10.7	0.52
	3	0.41	8.4	0.51
	4	0.38	11.9	0.52
	5	0.43	10.2	0.51
	6	0.37	10.0	0.51
	平均	0.40	10.12	0.52
15NSON	1	0.35	10.1	0.52
	2	0.40	10.6	0.51
	3	0.39	10.6	0.51
	4	0.42	10.6	0.49
	5	0.41	11.8	0.51
	6	0.41	8.5	0.51
	平均	0.40	10.37	0.51
15NSOS	1	0.39	11.0	0.49
	2	0.37	10.7	0.50
	3	0.38	11.6	0.53
	4	0.40	8.5	0.49
	5	0.39	9.5	0.51
	6	0.42	8.7	0.51
	平均	0.39	9.99	0.51

<ビスせん断試験体>

試験体記号		スギ製材	
		密度(g/cm ³)	含水率(%)
15SSPN	1	0.36	8.6
	2	0.37	10.2
	3	0.40	8.3
	4	0.41	8.8
	5	0.41	10.9
	6	0.41	7.1
	平均	0.39	8.99
15SSPS	1	0.34	7.6
	2	0.37	8.0
	3	0.39	7.0
	4	0.40	7.9
	5	0.41	7.5
	6	0.40	7.3
	平均	0.39	7.55
15SSON	1	0.38	9.1
	2	0.41	9.7
	3	0.38	10.3
	4	0.41	10.3
	5	0.42	9.5
	6	0.45	9.0
	平均	0.41	9.66
15SSOS	1	0.38	9.5
	2	0.39	7.7
	3	0.41	9.7
	4	0.41	10.1
	5	0.43	11.2
	6	0.35	8.8
	平均	0.39	9.50

<ビス引き抜き試験体>

試験体記号		スギ製材	
		密度(g/cm ³)	含水率(%)
15STON	1	0.36	9.3
	2	0.40	8.2
	3	0.41	8.5
	4	0.42	12.3
	5	0.40	7.7
	6	0.41	9.8
	平均	0.40	9.30
15STOS	1	0.36	8.0
	2	0.37	9.1
	3	0.38	8.3
	4	0.41	9.3
	5	0.41	9.8
	6	0.41	11.1
	平均	0.39	9.28

<ドリフトピン、ボルト試験体>

試験体記号		スギ製材	
		密度(g/cm ³)	含水率(%)
15DSPN	1	0.41	10.1
	2	0.37	10.1
	3	0.44	10.9
	4	0.42	10.3
	5	0.38	9.5
	6	0.36	11.5
	平均	0.40	10.39
15DSPS	1	0.41	8.7
	2	0.40	9.4
	3	0.40	9.5
	4	0.40	9.4
	5	0.38	11.8
	6	0.36	8.9
	平均	0.39	9.61
15BSPN	1	0.41	9.5
	2	0.37	10.5
	3	0.41	9.8
	4	0.42	11.4
	5	0.43	10.9
	6	0.47	9.6
	平均	0.42	10.28
15BSPS	1	0.39	9.3
	2	0.45	8.0
	3	0.40	8.9
	4	0.39	8.0
	5	0.40	8.1
	6	0.44	8.0
	平均	0.41	8.39

3.6.3 KD20-25 材の密度と含水率

KD20-25 試験体は、3.3 項の試験体仕様に加工を行った後、含水率が 12%以下になるように乾燥処理を施した。

乾燥は、宮城県登米町森林組合の太陽熱木材乾燥庫 ToSMS を使って、令和 3 年 10 月 20 日から令和 4 年 1 月 17 日まで乾燥処理を行った。その間の乾燥機内及び外気の温度・湿度の結果を図 3.6.3-1 に示す。また、12 月中旬あたりから乾燥が進まなくなったため、12 月 23 日から一部の試験体を逐次搬出し、住宅等でエアコン等による乾燥を行うこととした。12 月 18 日までの重量モニタリングによる推定含水率の結果を図 3.6.3-2 に示す。12 月後半から乾燥が進んでないことが分かる。なお、重量モニタリングは、重量計に載せた際に傾きが生じてしまう、鋼板添え板ビス接合、ドリフトピン接合、ボルト接合を除くくぎ接合及びビス引き抜き接合のみの結果である。

乾燥後、試験ごとの密度及び含水率の結果表 3.6.3-1 に示す。

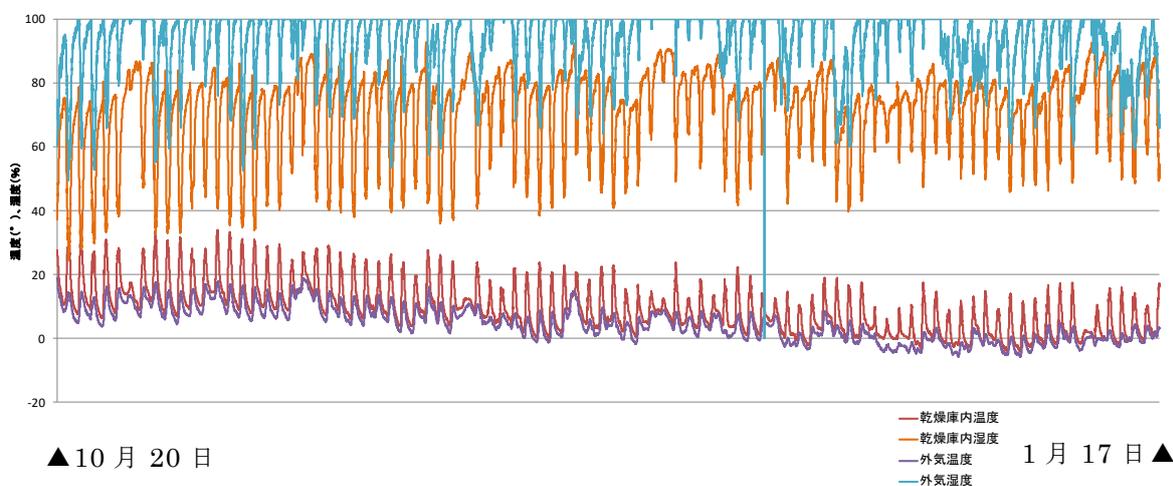


図 3.6.3-1 乾燥機内及び外気の温度・湿度（令和 10 月 20 日から令和 4 年 1 月 17 日）

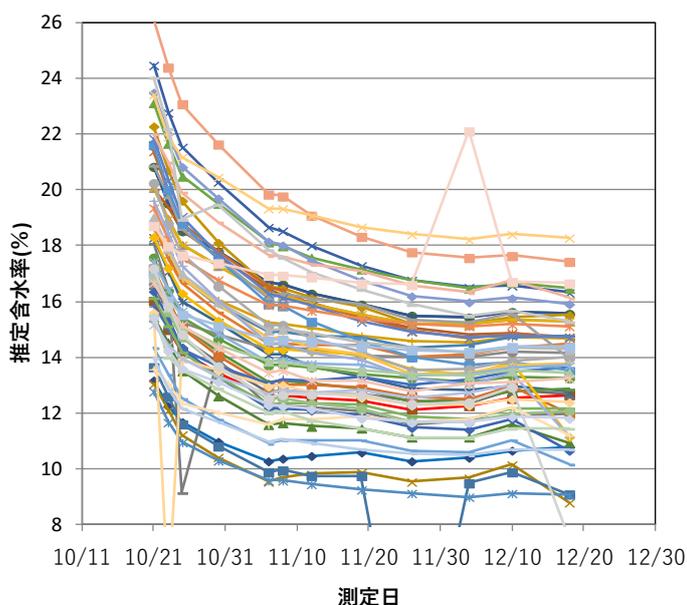


図 3.6.3-2 重量モニタリングによる推定含水率（令和 10 月 20 日から 12 月 18 日まで）

表 3.6.3-1 KD20-25 試験体の密度、絶乾法含水率

<くぎ試験体>

試験体記号	スギ製材		構造用合板 密度(g/cm ³)	
	密度(g/cm ³)	含水率(%)		
20NSPN	1	0.36	13.6	0.50
	2	0.39	13.1	0.53
	3	0.38	9.7	0.49
	4	0.38	8.7	0.51
	5	0.36	9.9	0.52
	6	0.37	10.4	0.49
	平均	0.37	10.92	0.51
20NSPS	1	0.38	14.1	0.51
	2	0.37	10.4	0.52
	3	0.38	11.6	0.51
	4	0.36	10.5	0.51
	5	0.36	9.5	0.49
	6	0.38	11.6	0.51
	平均	0.37	11.26	0.51
20NSON	1	0.38	13.2	0.53
	2	0.39	13.8	0.51
	3	0.40	12.9	0.55
	4	0.38	10.1	0.55
	5	0.37	10.6	0.50
	6	0.38	10.2	0.50
	平均	0.38	11.81	0.52
20NSOS	1	0.36	11.5	0.51
	2	0.41	13.3	0.50
	3	0.38	10.4	0.50
	4	0.37	10.1	0.52
	5	0.38	9.6	0.50
	6	0.40	10.1	0.49
	平均	0.38	10.83	0.50

<ビスせん断試験体>

試験体記号	スギ製材		
	密度(g/cm ³)	含水率(%)	
20SSPN	1	0.39	13.1
	2	0.40	13.3
	3	0.38	13.0
	4	0.40	12.9
	5	0.38	14.2
	6	0.35	13.5
	平均	0.39	13.32
20SSPS	1	0.35	12.9
	2	0.37	13.2
	3	0.38	11.8
	4	0.37	11.5
	5	0.36	12.5
	6	0.40	12.9
	平均	0.37	12.47
20SSON	1	0.36	8.7
	2	0.36	12.1
	3	0.37	8.9
	4	0.36	9.1
	5	0.35	9.6
	6	0.38	10.2
	平均	0.36	9.75
20SSOS	1	0.38	12.0
	2	0.38	12.7
	3	0.35	9.3
	4	0.37	10.4
	5	0.36	8.9
	6	0.40	9.6
	平均	0.37	10.49

<ビス引き抜き試験体>

試験体記号	スギ製材		
	密度(g/cm ³)	含水率(%)	
20STON	1	0.36	13.8
	2	0.38	13.8
	3	0.37	9.3
	4	0.35	10.1
	5	0.34	9.9
	6	0.37	11.2
	平均	0.36	11.35
20STOS	1	0.40	10.4
	2	0.38	9.7
	3	0.37	9.9
	4	0.36	10.6
	5	0.40	10.1
	6	0.35	10.0
	平均	0.38	10.12

<ドリフトピン、ボルト試験体>

試験体記号	スギ製材		
	密度(g/cm ³)	含水率(%)	
20DSPN	1	0.32	7.7
	2	0.34	7.3
	3	0.37	8.3
	4	0.36	7.5
	5	0.37	8.4
	6	0.38	8.1
	平均	0.36	7.89
20DSPS	1	0.33	9.7
	2	0.35	8.6
	3	0.35	10.0
	4	0.39	9.0
	5	0.36	8.8
	6	0.37	8.8
	平均	0.36	9.14
20BSPN	1	0.36	7.3
	2	0.34	8.8
	3	0.35	9.1
	4	0.36	8.0
	5	0.35	7.7
	6	0.39	7.4
	平均	0.36	8.05
20BSPS	1	0.33	9.3
	2	0.34	8.3
	3	0.36	8.7
	4	0.36	7.6
	5	0.37	8.1
	6	0.38	7.2
	平均	0.36	8.20

3.6.4 KD15 と KD20-25 の乾燥終了後の比較

(1) 比重と含水率

KD20-25 試験体の重量モニタリングによる推定含水率と実際の含水率の結果を図 3.6.4-1 に示す。なお、結果は 3.6.3 で述べたとおり、くぎ試験体とビス引き抜き試験体のみであるので N=48 体分の結果となっている。結果より、実際の含水率は推定よりも高いものがやや多くなる結果となった。また、推定と実際の含水率の間にはある程度のばらつきがあるため、目標値に対して安全側に基準を設定した方が良いということが分かった。

試験後の KD15 と KD20-25 試験体の比重と含水率の関係を図 3.6.4-2 に示す。KD20-25 試験体の含水率は KD15 よりも広範囲に分布し、前述の推定のばらつきから KD15 と比較して高めの含水率 12.5~14.5% のものが出現してしまった。ただし、いずれも 15% 以下という条件は満たしている。

3.6.1 で述べたとおり、KD15 試験体は比重がなるべく低めのものを選択したが、KD20-25 試験体の方が平均的に低くなる結果となった。

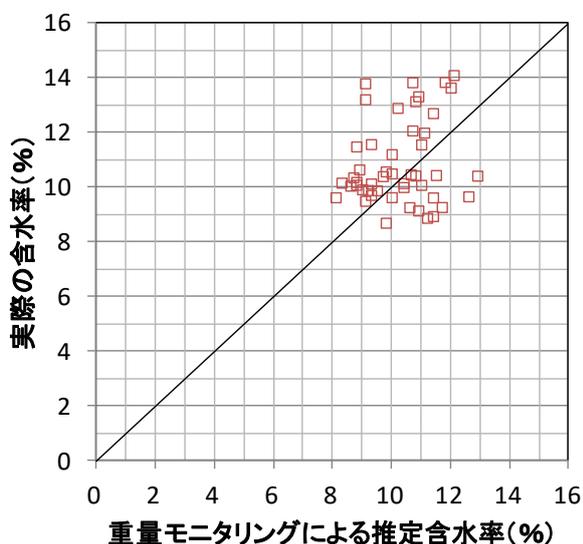


図 3.6.4-1 推定含水率と実際の含水率の比較
(N=48)

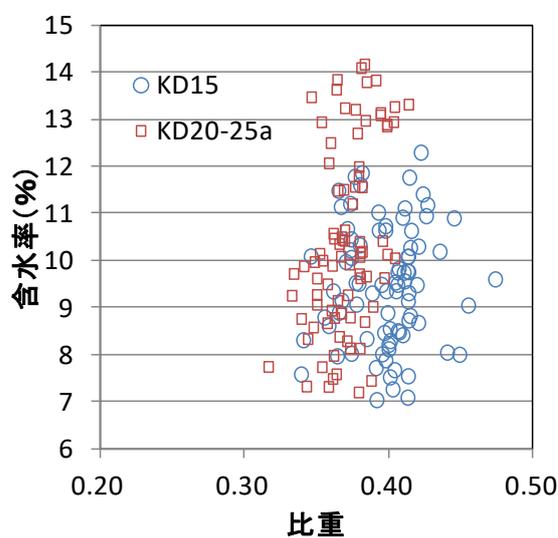


図 3.6.4-2 KD15 と KD20-25 試験体の
比重と含水率の比較

(2) 木材の割れ、接合具の緩み等

KD20-25 試験体施工時は割れが少なかったが、その後の乾燥処理によって割れの進展が見られた。詳細分析については、今後の課題としたい。

また、KD20-25 のスリット試験体は、2 次乾燥後にスリットが閉じる現象が見られた（写真 3.6.4-1、写真 3.6.4-2）。高温セットが原因と考えられる。

割れ観測のため、試験体施工時に構造試験に影響ない箇所にくぎやビスを打ち込んだが、二次乾燥後も割れの進展は見られなかった（写真 3.6.4-3、写真 3.6.4-4）。



写真 3.6.4-1 KD15 試験体のスリット



写真 3.6.4-2 KD20-25 試験体のスリット
→2次乾燥後に表面が閉じた。



写真 3.6.4-3 割れ観測用くぎの様子



写真 3.6.4-4 割れ観測用ビスの様子

3.7 KD15 試験体 試験結果

KD15 試験体の試験結果を試験体別に示す。

3.7.1 15NSPN

部材記号 A

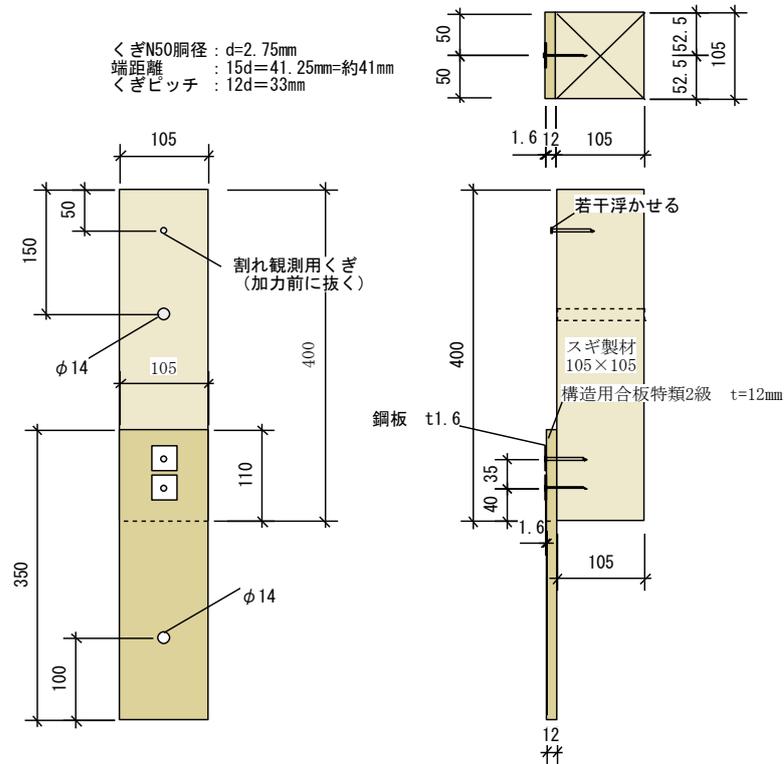


図 3.7.1-1 合板添え板くぎ接合繊維平行方向一面せん断（スリット無し）15NSPN
 試験体図

表 3.7.1-1 15NSPN 特性値一覧

項目	試験体記号						15NSPN	1	2	3	4	5	6	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
	試験体記号																	
1/10Pm (kN)	0.30	0.27	0.22	0.22	0.29	0.26	0.26	0.03										
1/10 δ m (mm)	0.03	0.04	0.02	0.04	0.02	0.01	0.03	0.01										
2/5Pm (kN)	1.19	1.09	0.90	0.88	1.18	1.03	1.05	0.13										
2/5 δ m (mm)	0.41	0.29	0.30	0.32	0.26	0.20	0.30	0.07										
1/2Pm (kN)	1.49	1.36	1.12	1.11	1.47	1.28	1.31	0.17										
1/2 δ m (mm)	0.80	0.53	0.55	0.55	0.53	0.36	0.55	0.14										
2/3Pm (kN)	1.99	1.82	1.49	1.47	1.96	1.71	1.74	0.23	0.132	0.692	1.2							
2/3 δ m (mm)	1.97	1.26	1.43	1.23	1.49	0.88	1.38	0.36										
9/10Pm (kN)	2.68	2.45	2.02	1.99	2.65	2.31	2.35	0.30										
9/10 δ m (mm)	8.90	4.84	6.28	4.37	5.98	3.68	5.68	1.86										
Pm (kN)	2.98	2.72	2.24	2.21	2.94	2.56	2.61	0.33										
δ m (mm)	17.19	20.29	14.87	9.95	17.72	12.54	15.43	3.76										
δ u時荷重 (kN)	2.39	2.18	1.79	1.77	2.35	2.05	2.09	0.27										
δ u (mm)	27.01	26.92	26.00	22.25	26.31	23.50	25.33	1.98										
降伏耐力 Py (kN)	1.86	1.63	1.35	1.30	1.72	1.51	1.56	0.22	0.141	0.671	1.0							
δ y (mm)	1.61	0.89	0.98	0.85	0.93	0.60	0.98	0.34										
終局耐力 Pu (kN)	2.76	2.54	2.09	2.06	2.74	2.41	2.43	0.31	0.128	0.701	1.7							
初期剛性 K (kN/mm)	1.16	1.83	1.38	1.53	1.85	2.52	1.71	0.48										
降伏点変位 δ v (mm)	2.38	1.39	1.51	1.35	1.48	0.96	1.51	0.47										
塑性率 μ = δ u / δ v	11.35	19.37	17.22	16.48	17.78	24.48	17.78	4.26										
構造特性係数 Ds	0.21	0.16	0.17	0.18	0.17	0.14	0.17	0.02										

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

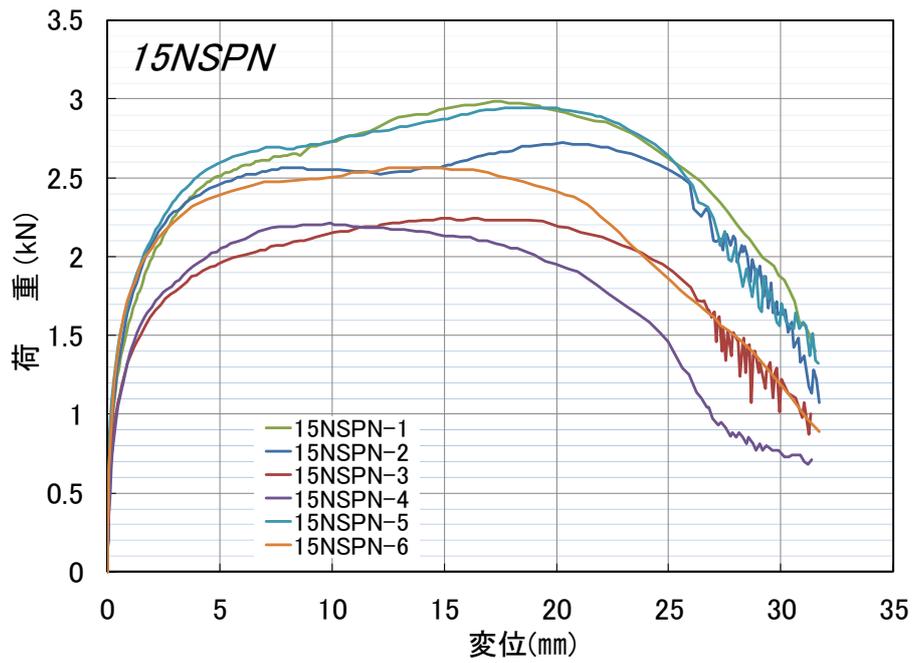


図 3.7.1-1 15NSPN 荷重変位曲線



写真 3.7.1-1 試験実施前の様子



写真 3.7.1-2 1~3 体目の破壊性状



写真 3.7.1-3 4~6 体目の破壊性状

3.7.2 15NSPS

部材記号 B

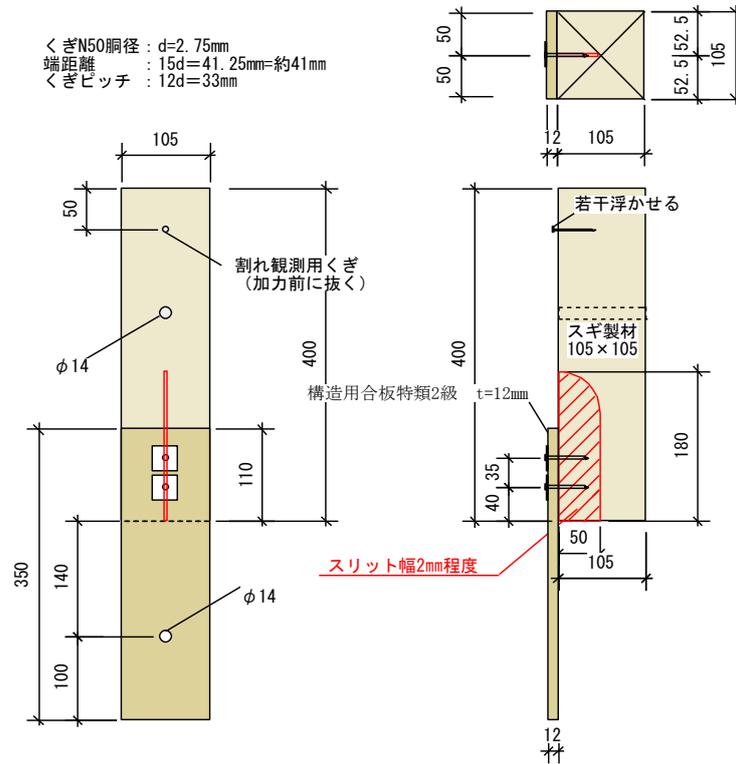


図 3.7.2-1 合板添え板くぎ接合繊維平行方向一面せん断（スリット有り）15NSPS 試験体図

表 3.7.2-1 15NSPS 特性値一覧

項目	試験体記号						15NSPS	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
	1	2	3	4	5	6						
1/10Pm (kN)	0.13	0.13	0.12	0.09	0.10	0.10	0.11	0.02				
1/10 δm (mm)	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00				
2/5Pm (kN)	0.54	0.52	0.48	0.38	0.40	0.40	0.45	0.07				
2/5 δm (mm)	0.11	0.12	0.24	0.12	0.15	0.17	0.15	0.05				
1/2Pm (kN)	0.67	0.66	0.60	0.47	0.51	0.50	0.57	0.09				
1/2 δm (mm)	0.18	0.25	0.38	0.19	0.24	0.32	0.26	0.08				
2/3Pm (kN)	0.89	0.87	0.80	0.63	0.67	0.66	0.75	0.11	0.147	0.657	0.5	
2/3 δm (mm)	0.49	0.71	0.78	0.47	0.48	0.75	0.61	0.15				
9/10Pm (kN)	1.21	1.18	1.08	0.85	0.91	0.89	1.02	0.16				
9/10 δm (mm)	1.67	2.77	2.85	1.94	1.35	2.08	2.11	0.60				
Pm (kN)	1.34	1.31	1.20	0.94	1.01	0.99	1.13	0.17				
δm (mm)	3.66	8.84	9.62	4.67	5.00	3.91	5.95	2.60				
δu 時荷重 (kN)	1.07	1.05	0.96	0.75	0.81	0.79	0.91	0.14				
δu (mm)	19.91	20.63	26.63	18.38	20.74	20.74	21.17	2.82				
降伏耐力 Py (kN)	0.75	0.76	0.73	0.57	0.57	0.53	0.65	0.11	0.169	0.605	0.4	
δy (mm)	0.26	0.42	0.58	0.34	0.32	0.40	0.39	0.11				
終局耐力 Pu (kN)	1.24	1.25	1.11	0.86	0.94	0.93	1.06	0.17	0.160	0.626	0.7	
初期剛性 K (kN/mm)	2.88	1.81	1.26	1.68	1.78	1.33	1.79	0.58				
降伏点変位 δv (mm)	0.43	0.69	0.88	0.51	0.53	0.70	0.62	0.16				
塑性率 $\mu = \delta u / \delta v$	46.30	29.90	30.26	36.04	39.13	29.63	35.21	6.68				
構造特性係数 Ds	0.10	0.13	0.13	0.12	0.11	0.13	0.12	0.01				

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δm ; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

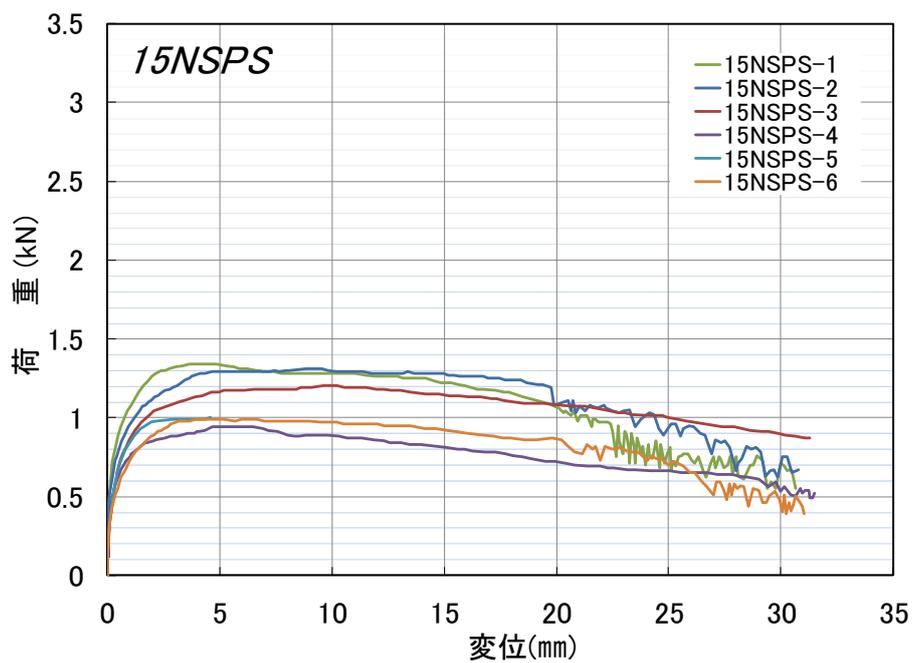


図 3.7.2-1 15NSPS 荷重変位曲線



写真 3.7.2-1 試験実施前の様子



写真 3.7.2-2 1~3 体目の破壊性状



写真 3.7.2-3 試験後の様子



写真 3.7.2-4 4~6 体目の破壊性状

3.7.3 15NSON

部材記号 C

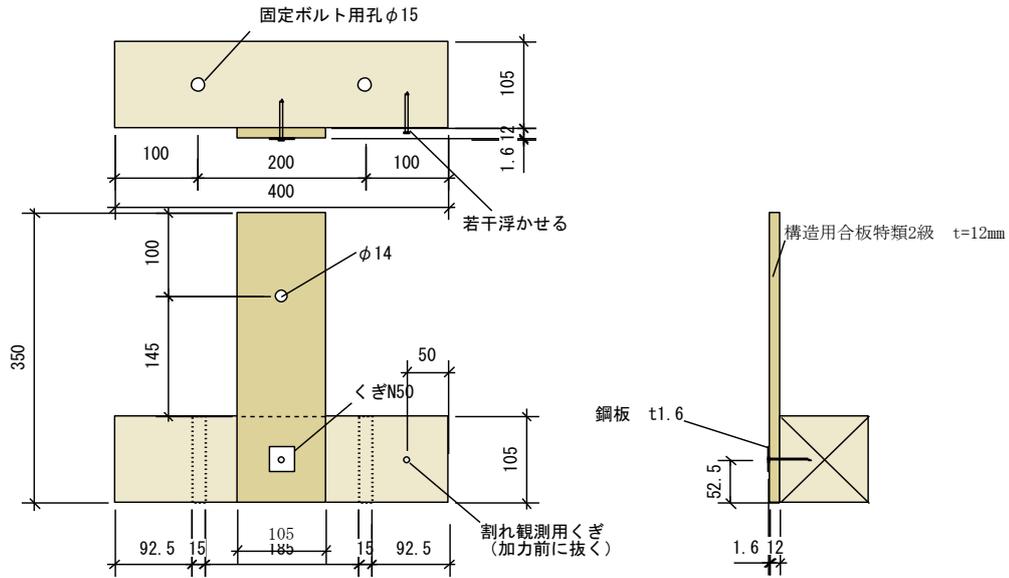


図 3.7.3-1 合板添え板くぎ接合繊維直角方向一面せん断（スリット無し）15NSON
試験体図

表 3.7.3-1 15NSON 特性値一覧

項目	試験体記号						15NSON	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
	1	2	3	4	5	6						
1/10Pm (kN)	0.11	0.13	0.12	0.13	0.13	0.15	0.13	0.01				
1/10 δ m (mm)	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01				
2/5Pm (kN)	0.43	0.54	0.47	0.51	0.52	0.59	0.51	0.06				
2/5 δ m (mm)	0.20	0.19	0.10	0.15	0.09	0.12	0.14	0.05				
1/2Pm (kN)	0.54	0.67	0.59	0.64	0.65	0.74	0.64	0.07				
1/2 δ m (mm)	0.35	0.39	0.20	0.30	0.19	0.21	0.27	0.09				
2/3Pm (kN)	0.71	0.89	0.79	0.85	0.87	0.99	0.85	0.09	0.106	0.752	0.6	
2/3 δ m (mm)	0.98	1.25	0.68	1.38	0.69	0.76	0.96	0.30				
9/10Pm (kN)	0.96	1.21	1.06	1.15	1.17	1.33	1.15	0.13				
9/10 δ m (mm)	4.25	4.58	4.13	5.03	4.93	3.42	4.39	0.59				
Pm (kN)	1.07	1.34	1.18	1.28	1.30	1.48	1.28	0.14				
δ m (mm)	7.66	20.10	10.60	7.89	11.81	9.50	11.26	4.61				
δ u時荷重 (kN)	0.86	1.07	0.94	1.03	1.04	1.19	1.02	0.11				
δ u (mm)	17.57	27.77	26.28	27.69	21.68	23.72	24.12	3.99				
降伏耐力 Py (kN)	0.63	0.75	0.73	0.72	0.81	0.88	0.75	0.09	0.120	0.720	0.5	
δ y (mm)	0.62	0.63	0.50	0.53	0.44	0.38	0.52	0.10				
終局耐力 Pu (kN)	0.98	1.25	1.09	1.17	1.20	1.39	1.18	0.14	0.119	0.722	0.9	
初期剛性 K (kN/mm)	1.02	1.19	1.46	1.36	1.84	2.32	1.53	0.48				
降伏点変位 δ v (mm)	0.96	1.05	0.75	0.86	0.65	0.60	0.81	0.18				
塑性率 μ = δ u / δ v	18.30	26.45	35.04	32.20	33.35	39.53	30.81	7.45				
構造特性係数 Ds	0.17	0.14	0.12	0.13	0.12	0.11	0.13	0.02				

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

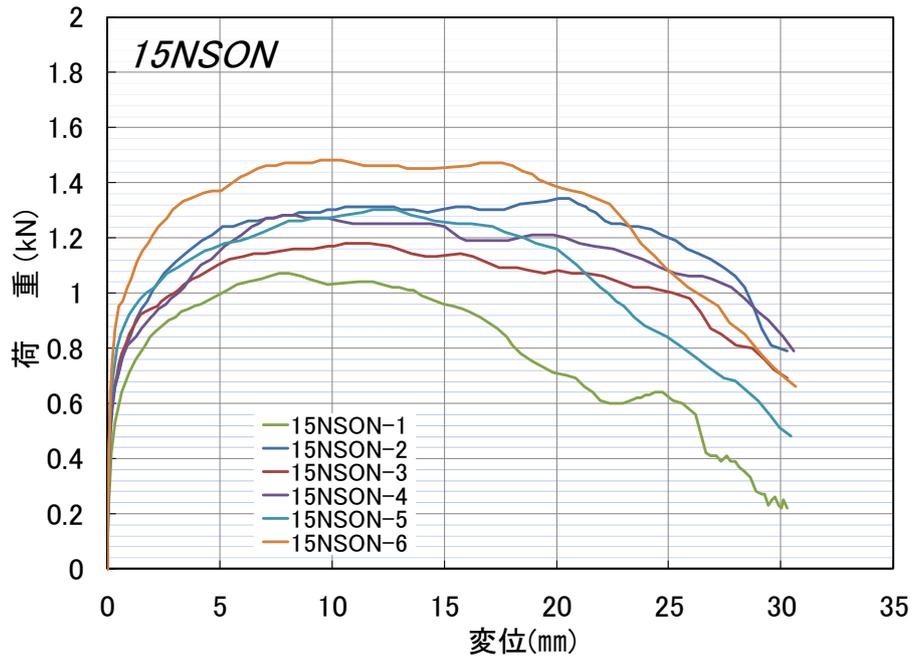


図 3.7.3-2 15NSON 荷重変位曲線



写真 3.7.3-1 試験実施前の様子



写真 3.7.3-2 1~3 体目の破壊性状



写真 3.7.3-3 試験後の様子



写真 3.7.3-4 4~6 体目の破壊性状

3.7.4 15NSOS

部材記号 D

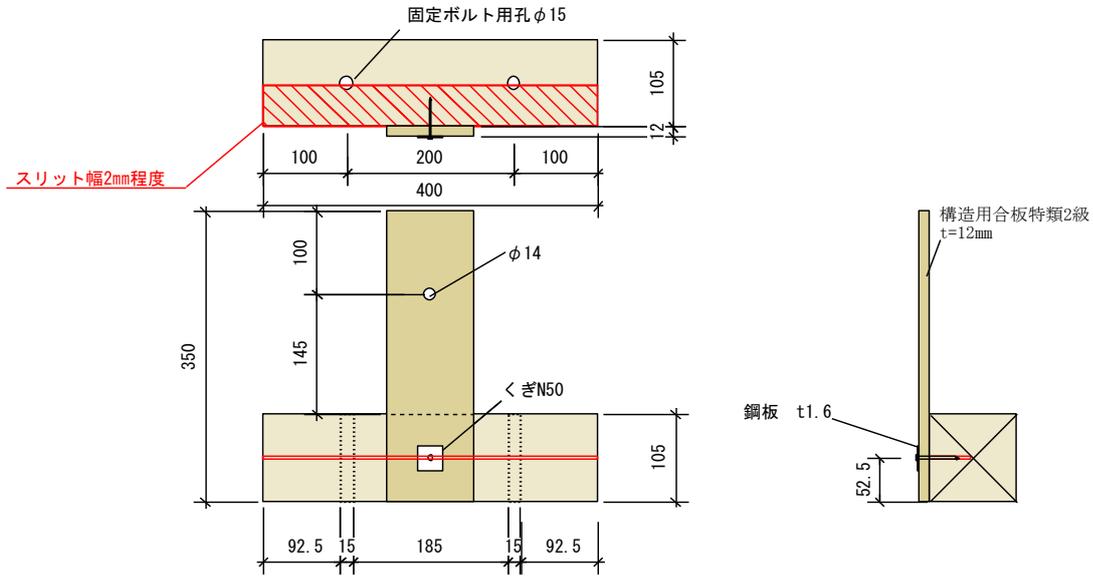


図 3.7.4-1 合板添え板くぎ接合繊維直角方向一面せん断（スリット有り）15NSOS 試験体図

表 3.7.4-1 15NSOS 特性値一覧

項目	試験体記号	15NSOS						平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数	5% 下限値
		1	2	3	4	5	6					
1/10Pm (kN)		0.11	0.11	0.10	0.12	0.12	0.12	0.11	0.01			
1/10 δ m (mm)		0.04	0.02	0.06	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02			
2/5Pm (kN)		0.42	0.42	0.39	0.47	0.46	0.46	0.44	0.03			
2/5 δ m (mm)		0.35	0.36	0.59	0.37	0.32	0.47	0.41	0.10			
1/2Pm (kN)		0.53	0.53	0.49	0.59	0.58	0.58	0.55	0.04			
1/2 δ m (mm)		0.61	0.64	1.07	0.66	0.52	0.84	0.72	0.20			
2/3Pm (kN)		0.70	0.71	0.65	0.78	0.77	0.77	0.73	0.05	0.068	0.841	0.6
2/3 δ m (mm)		1.66	1.42	2.43	1.53	1.36	1.83	1.71	0.39			
9/10Pm (kN)		0.95	0.95	0.87	1.05	1.04	1.05	0.99	0.07			
9/10 δ m (mm)		8.48	4.52	7.49	4.74	6.49	4.80	6.09	1.66			
Pm (kN)		1.05	1.06	0.97	1.17	1.15	1.16	1.09	0.08			
δ m (mm)		15.60	10.03	13.67	10.41	23.17	7.89	13.46	5.50			
δ u時荷重 (kN)		0.84	0.85	0.78	0.94	0.96	0.93	0.88	0.07			
δ u (mm)		23.14	29.04	26.16	20.96	30.00	28.67	26.33	3.61			
降伏耐力 Py (kN)		0.68	0.61	0.54	0.67	0.71	0.62	0.64	0.06	0.094	0.780	0.5
δ y (mm)		1.48	0.99	1.43	0.97	1.06	0.99	1.15	0.24			
終局耐力 Pu (kN)		0.98	0.99	0.88	1.08	1.07	1.09	1.02	0.08	0.078	0.818	0.8
初期剛性 K (kN/mm)		0.46	0.62	0.38	0.69	0.67	0.63	0.58	0.13			
降伏点変位 δ v (mm)		2.13	1.60	2.32	1.57	1.60	1.73	1.83	0.32			
塑性率 $\mu = \delta u / \delta v$		10.86	18.15	11.28	13.35	18.75	16.57	14.83	3.46			
構造特性係数 Ds		0.22	0.17	0.22	0.20	0.17	0.18	0.19	0.02			

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

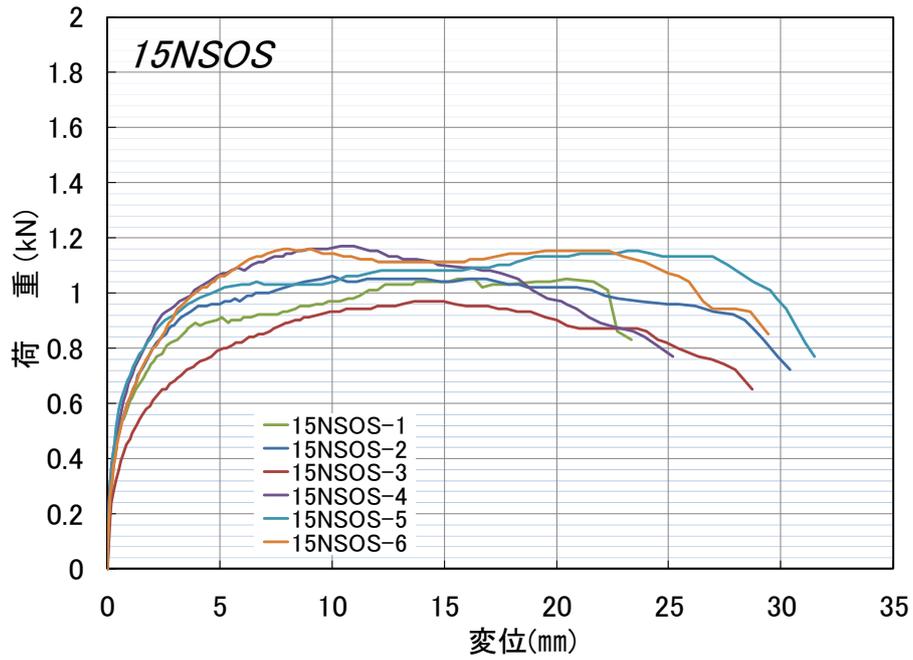


図 3.7.4-2 15NSOS 荷重変位曲線



写真 3.7.4-1 試験実施前の様子



写真 3.7.4-2 3~4 体目の破壊性状



写真 3.7.4-3 1~2 体目の破壊性状



写真 3.7.4-4 5~6 体目の破壊性状

3.7.5 15SSPN

部材記号 E

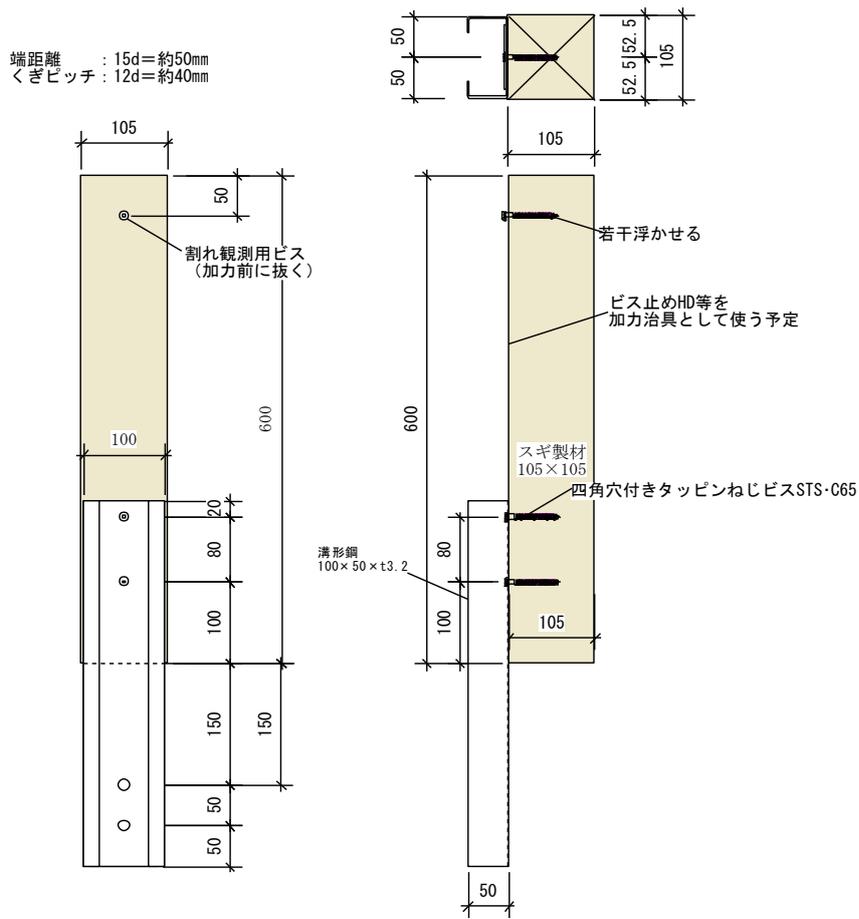


図 3.7.5-1 鋼板添え板ビス接合繊維平行方向一面せん断（スリット無し）15SSPN

試験体図

表 3.7.5-1 15SSPN 特性値一覧

項目	試験体記号						15SSPN	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数	5%下限値
	1	2	3	4	5	6						
1/10Pm (kN)	1.26	1.25	1.42	1.32	1.33	1.74	1.39	0.18				
1/10 δ m (mm)	0.02	0.01	0.02	0.03	0.07	0.04	0.03	0.02				
2/5Pm (kN)	5.05	4.98	5.67	5.30	5.33	6.98	5.55	0.74				
2/5 δ m (mm)	0.44	0.42	0.60	0.43	1.19	0.72	0.63	0.30				
1/2Pm (kN)	6.32	6.23	7.09	6.62	6.66	8.72	6.94	0.92				
1/2 δ m (mm)	0.74	0.70	0.88	0.81	1.68	1.11	0.99	0.37				
2/3Pm (kN)	8.42	8.31	9.46	8.83	8.88	11.63	9.26	1.23	0.133	0.689	6.4	
2/3 δ m (mm)	1.52	1.28	1.50	1.62	2.71	2.03	1.78	0.52				
9/10Pm (kN)	11.37	11.22	12.77	11.92	11.99	15.70	12.50	1.66				
9/10 δ m (mm)	3.71	3.26	3.29	3.87	5.31	4.47	3.99	0.79				
Pm (kN)	12.63	12.46	14.18	13.24	13.32	17.45	13.88	1.85				
δ m (mm)	6.61	7.34	5.88	10.43	8.05	7.81	7.69	1.56				
δ u時荷重 (kN)	10.50	10.19	12.05	11.19	10.66	13.96	11.43	1.40				
δ u (mm)	30.00	30.00	30.00	30.00	13.27	28.66	26.99	6.74				
降伏耐力 Py (kN)	6.71	6.99	7.94	6.94	7.43	9.32	7.56	0.97	0.128	0.701	5.3	
δ y (mm)	0.85	0.87	1.07	0.91	1.99	1.26	1.16	0.44				
終局耐力 Pu (kN)	11.57	11.39	13.03	12.25	12.02	15.47	12.62	1.51	0.120	0.720	9.1	
初期剛性 K (kN/mm)	7.89	8.03	7.42	7.63	3.73	7.40	7.02	1.63				
降伏点変位 δ v (mm)	1.47	1.42	1.76	1.61	3.22	2.09	1.93	0.68				
塑性率 μ = δ u / δ v	20.41	21.13	17.05	18.63	4.12	13.71	15.84	6.32				
構造特性係数 Ds	0.16	0.16	0.17	0.17	0.37	0.19	0.20	0.08				

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

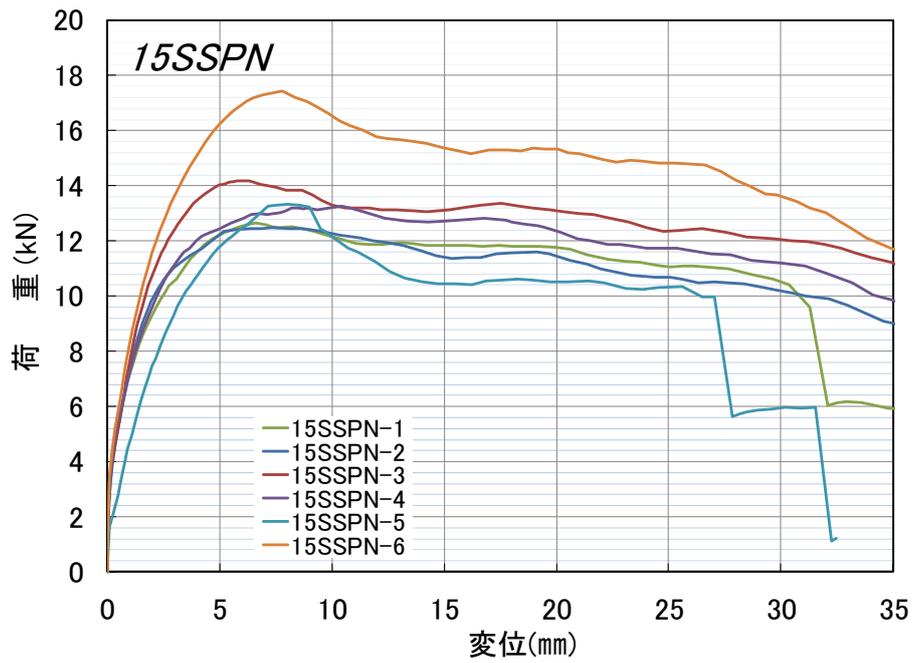


図 3.7.5-2 15SSPN 荷重変位曲線



写真 3.7.5-1 試験後の様子



写真 3.7.5-2 1~3 体目の破壊性状



写真 3.7.5-3 試験後の様子



写真 3.7.5-4 4~6 体目の破壊性状

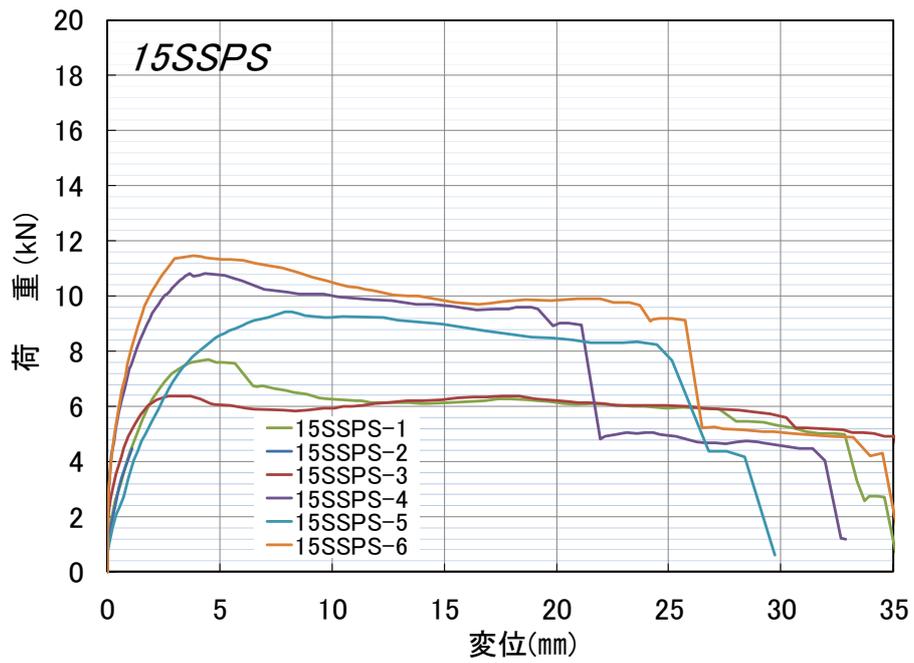


図 3.7.6-2 15SSPS 荷重変位曲線



写真 3.7.6-1 試験後の様子



写真 3.7.6-2 1~3 体目の破壊性状



写真 3.7.6-3 試験後の様子

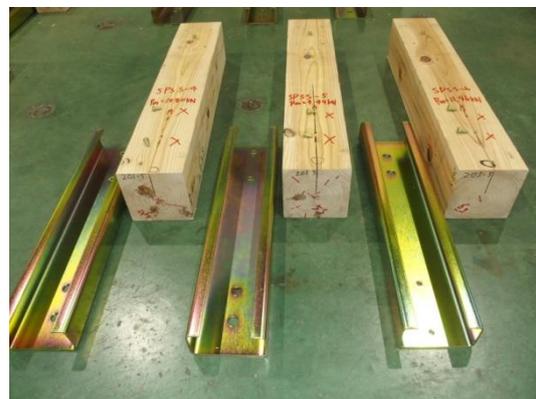


写真 3.7.6-4 4~6 体目の破壊性状

3.7.7 15SSON

部材記号 G

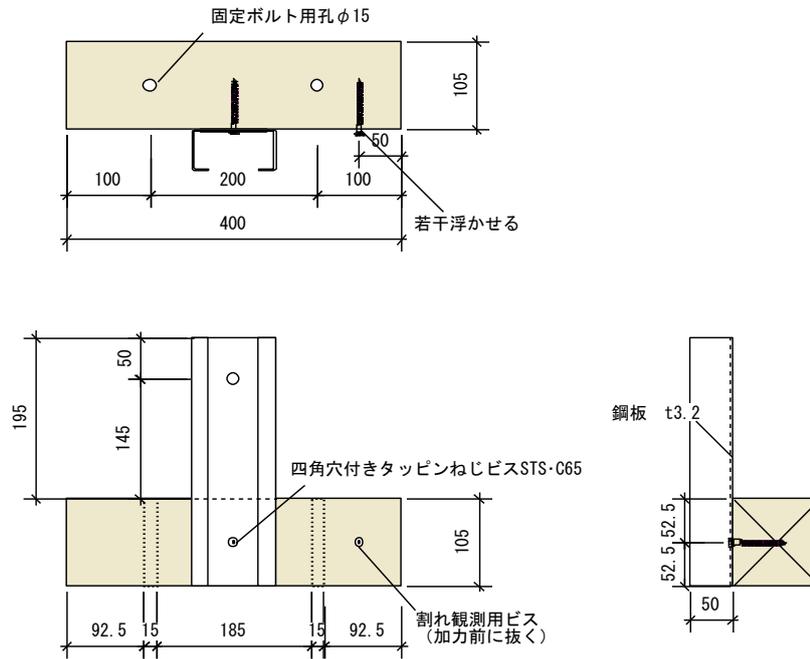


図 3.7.7-1 鋼板添え板ビス接合繊維直角方向一面せん断（スリット無し）15SSON
試験体図

表 3.7.7-2 15SSON 特性値一覧

項目	試験体記号						15SSON	1	2	3	4	5	6	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
	1	2	3	4	5	6												
1/10Pm (kN)	0.54	0.71	0.60	0.71	0.64	0.72	0.65	0.07										
1/10 δ m (mm)	0.03	0.06	0.09	0.05	0.03	0.03	0.05	0.02										
2/5Pm (kN)	2.16	2.83	2.42	2.83	2.56	2.88	2.61	0.29										
2/5 δ m (mm)	0.39	1.62	1.35	1.52	0.93	1.17	1.16	0.45										
1/2Pm (kN)	2.70	3.53	3.02	3.54	3.20	3.60	3.27	0.36										
1/2 δ m (mm)	0.92	2.23	1.82	2.15	1.46	1.74	1.72	0.48										
2/3Pm (kN)	3.60	4.71	4.03	4.72	4.26	4.80	4.35	0.48	0.110	0.743	3.2							
2/3 δ m (mm)	2.08	3.64	2.93	3.65	2.56	3.17	3.01	0.62										
9/10Pm (kN)	4.86	6.36	5.44	6.38	5.76	6.49	5.88	0.65										
9/10 δ m (mm)	5.35	7.14	6.35	7.07	6.59	6.81	6.55	0.66										
Pm (kN)	5.40	7.07	6.05	7.09	6.40	7.21	6.54	0.72										
δ m (mm)	10.62	12.92	21.25	17.04	13.01	20.56	15.90	4.40										
δ u時荷重 (kN)	4.91	5.65	5.49	5.67	5.12	6.96	5.63	0.72										
δ u (mm)	30.00	26.51	30.00	26.38	23.20	26.51	27.10	2.58										
降伏耐力 Py (kN)	2.78	3.96	3.56	3.82	3.79	3.85	3.63	0.44	0.121	0.717	2.6							
δ y (mm)	1.01	2.69	2.35	2.44	2.02	1.99	2.08	0.59										
終局耐力 Pu (kN)	5.12	6.59	5.69	6.69	5.97	6.79	6.14	0.66	0.107	0.750	4.6							
初期剛性 K (kN/mm)	2.75	1.47	1.51	1.57	1.88	1.93	1.85	0.48										
降伏点変位 δ v (mm)	1.86	4.48	3.77	4.26	3.18	3.52	3.51	0.94										
塑性率 μ = δ u / δ v	16.13	5.92	7.96	6.19	7.30	7.53	8.51	3.82										
構造特性係数 Ds	0.18	0.30	0.26	0.30	0.27	0.27	0.26	0.04										

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

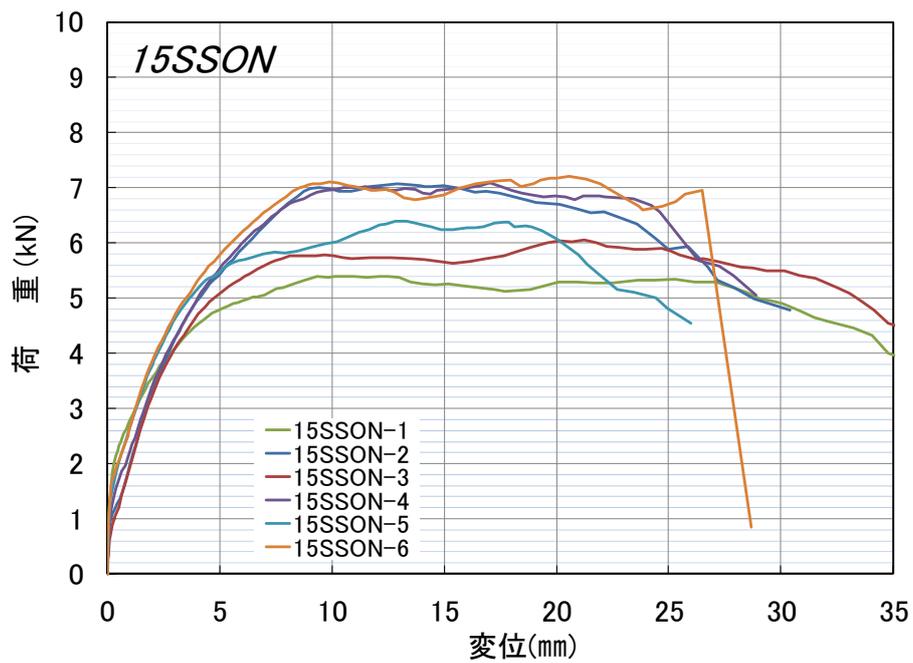


図 3.7.7-2 15SSON 荷重変位曲線



写真 3.7.7-1 試験前の様子



写真 3.7.7-2 3~4 体目の破壊性状



写真 3.7.7-3 1~2 体目の破壊性状



写真 3.7.7-4 5~6 体目の破壊性状

3.7.8 15SS0S

部材記号 H

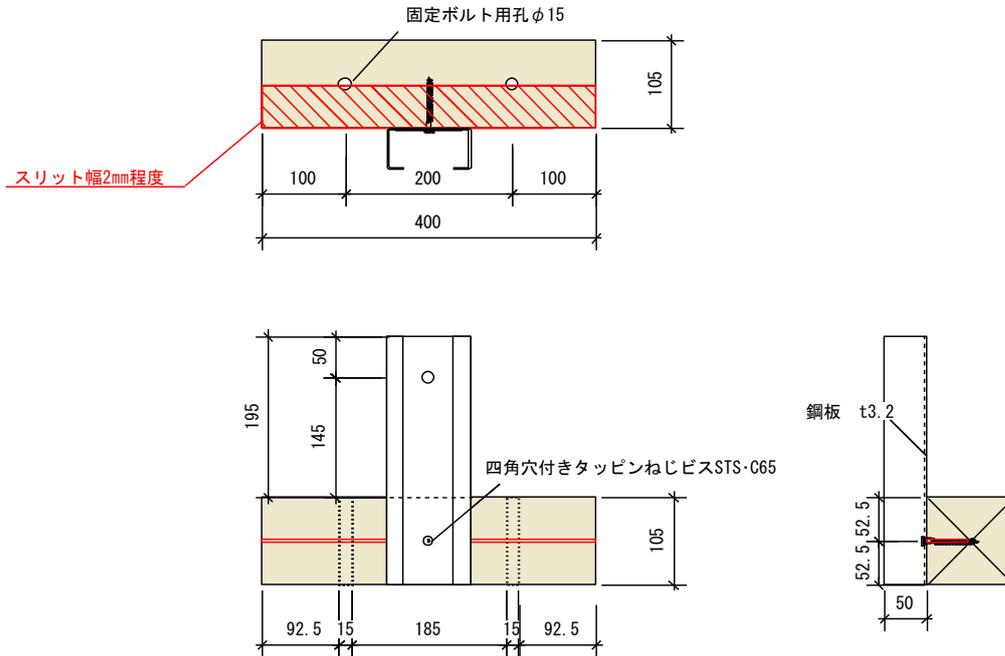


図 3.7.8-1 鋼板添え板ビス接合繊維直角方向一面せん断（スリット有り）15SS0S
試験体図

表 3.7.8-1 15SS0S 特性値一覧

項目	試験体記号	15SS0S						平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数	5%下限値
		1	2	3	4	5	6					
1/10Pm (kN)		0.65	0.60	0.63	0.67	0.61	0.54	0.62	0.05			
1/10 δ m (mm)		0.03	0.47	0.06	0.66	0.46	0.04	0.29	0.28			
2/5Pm (kN)		2.59	2.41	2.51	2.69	2.44	2.15	2.47	0.19			
2/5 δ m (mm)		1.62	1.41	1.44	2.52	1.65	1.25	1.65	0.45			
1/2Pm (kN)		3.24	3.01	3.14	3.36	3.05	2.69	3.08	0.23			
1/2 δ m (mm)		2.72	1.85	2.04	3.33	2.14	1.79	2.31	0.60			
2/3Pm (kN)		4.32	4.02	4.18	4.48	4.07	3.58	4.11	0.31	0.075	0.825	3.4
2/3 δ m (mm)		5.28	2.86	3.50	5.37	3.25	3.23	3.92	1.11			
9/10Pm (kN)		5.83	5.42	5.65	6.05	5.50	4.84	5.55	0.42			
9/10 δ m (mm)		11.58	4.90	7.99	10.99	7.22	17.08	9.96	4.27			
Pm (kN)		6.48	6.03	6.28	6.72	6.11	5.38	6.17	0.46			
δ m (mm)		19.16	7.65	20.74	15.53	23.18	22.22	18.08	5.77			
δ u時荷重 (kN)		5.18	4.82	5.55	6.72	4.88	4.30	5.24	0.83			
δ u (mm)		29.16	21.30	30.00	15.53	29.20	27.39	25.43	5.80			
降伏耐力 Py (kN)		3.41	3.11	3.64	3.73	3.78	3.64	3.55	0.25	0.070	0.836	3.0
δ y (mm)		3.06	1.93	2.67	3.92	2.88	3.36	2.97	0.67			
終局耐力 Pu (kN)		5.97	5.51	5.94	5.91	5.68	4.80	5.64	0.45	0.080	0.813	4.6
初期剛性 K (kN/mm)		1.11	1.61	1.36	0.95	1.31	1.08	1.24	0.24			
降伏点変位 δ v (mm)		5.38	3.42	4.37	6.22	4.34	4.44	4.70	0.97			
塑性率 μ = δ u / δ v		5.42	6.23	6.86	2.50	6.73	6.17	5.65	1.63			
構造特性係数 Ds		0.32	0.30	0.28	0.50	0.28	0.30	0.33	0.08			

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

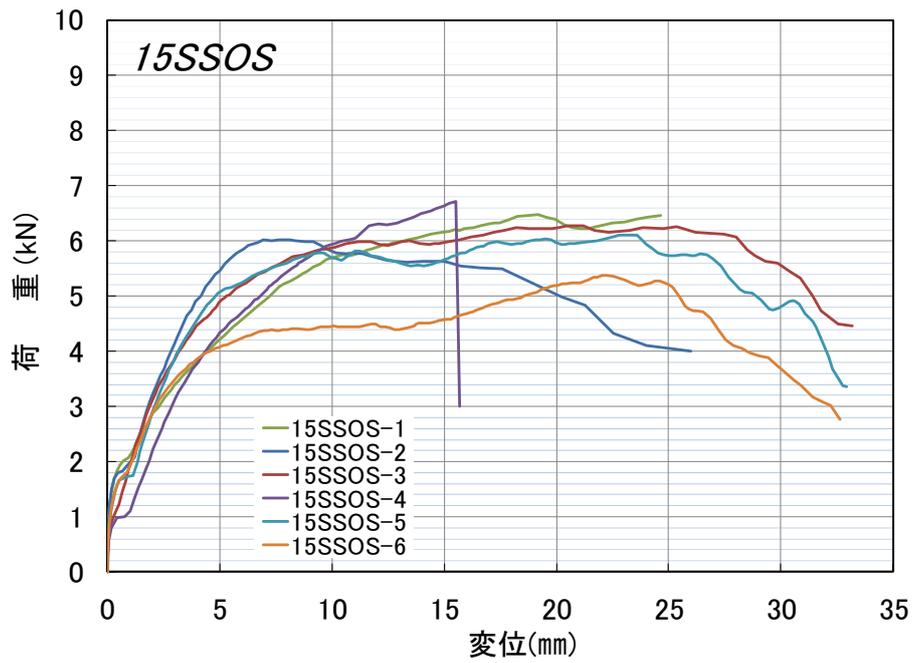


図 3.7.8-2 15SSOS 荷重変位曲線



写真 3.7.8-1 試験前の様子



写真 3.7.8-2 3~4 体目の破壊性状



写真 3.7.8-3 1~2 体目の破壊性状

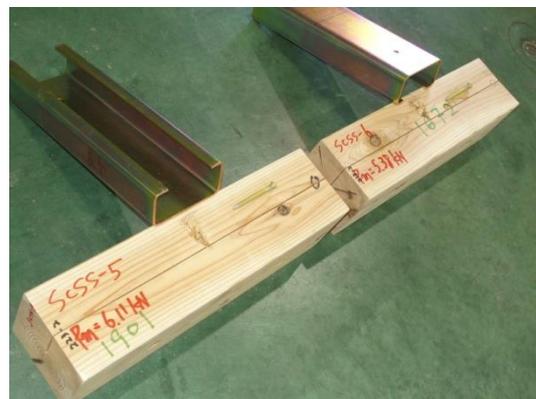


写真 3.7.8-4 5~6 体目の破壊性状

3.7.9 15STON

部材記号 I

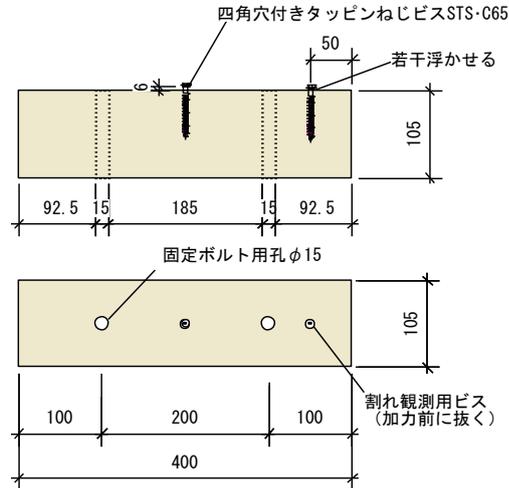


図 3.7.9-1 ビス接合引き抜き（スリット無し）15STON 試験体図

表 3.7.9-1 15STON 特性値一覧

項目	試験体記号	15STON						平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
		1	2	3	4	5	6					
1/10Pm (kN)		0.61	0.78	0.81	0.70	0.60	0.68	0.70	0.09			
1/10 δ m (mm)		0.06	0.07	0.05	0.08	0.06	0.06	0.06	0.01			
2/5Pm (kN)		2.45	3.11	3.24	2.79	2.41	2.71	2.79	0.34			
2/5 δ m (mm)		0.22	0.26	0.21	0.33	0.23	0.25	0.25	0.04			
1/2Pm (kN)		3.07	3.89	4.05	3.49	3.01	3.39	3.48	0.42			
1/2 δ m (mm)		0.28	0.33	0.27	0.41	0.28	0.31	0.31	0.05			
2/3Pm (kN)		4.09	5.19	5.41	4.65	4.01	4.52	4.65	0.57	0.123	0.713	3.3
2/3 δ m (mm)		0.37	0.44	0.38	0.54	0.38	0.41	0.42	0.06			
9/10Pm (kN)		5.52	7.00	7.30	6.28	5.41	6.11	6.27	0.76			
9/10 δ m (mm)		0.54	0.61	0.56	0.77	0.54	0.58	0.60	0.09			
Pm (kN)		6.14	7.78	8.11	6.98	6.02	6.79	6.97	0.85			
δ m (mm)		0.72	0.81	0.79	1.11	0.81	0.88	0.85	0.14			
δ u時荷重 (kN)		4.91	6.22	6.49	5.58	4.81	5.43	5.57	0.68			
δ u (mm)		1.87	1.43	1.41	2.30	1.87	2.17	1.84	0.37			
降伏耐力 Py (kN)		4.81	4.85	4.54	5.43	4.29	5.83	4.96	0.57	0.115	0.731	3.6
δ y (mm)		0.44	0.41	0.31	0.63	0.40	0.54	0.46	0.11			
終局耐力 Pu (kN)		5.68	7.15	7.41	6.57	5.51	6.23	6.43	0.77	0.120	0.720	4.6
初期剛性 K (kN/mm)		10.93	11.83	14.65	8.62	10.73	10.80	11.26	1.97			
降伏点変位 δ v (mm)		0.52	0.60	0.51	0.76	0.51	0.58	0.58	0.10			
塑性率 μ = δ u / δ v		3.60	2.38	2.76	3.03	3.67	3.74	3.20	0.56			
構造特性係数 Ds		0.40	0.52	0.47	0.44	0.40	0.39	0.44	0.05			

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

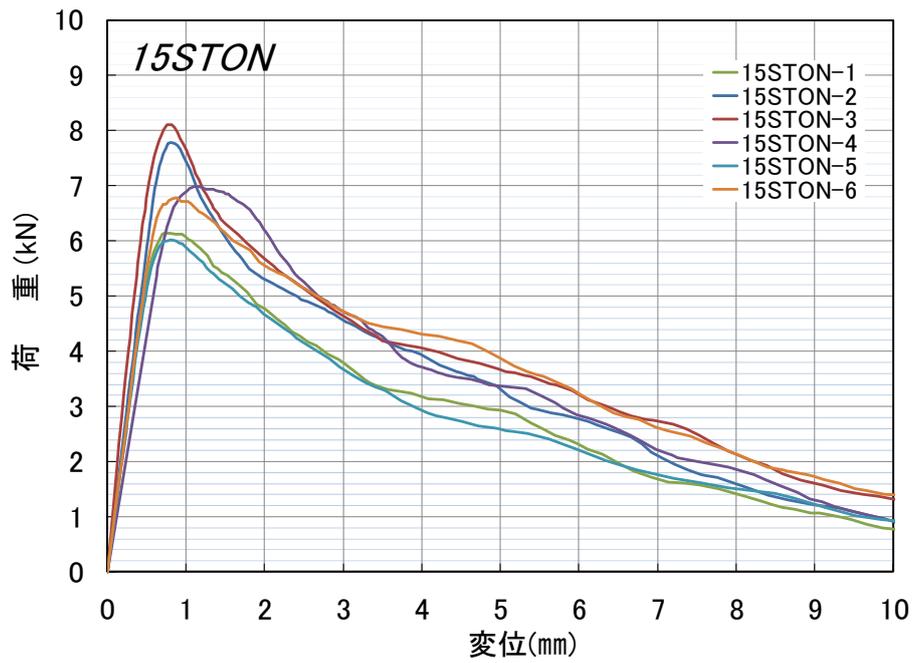


図 3.7.9-2 15STON 荷重変位曲線



写真 3.7.9-1 試験前の様子



写真 3.7.9-2 1~6 体目の破壊性状

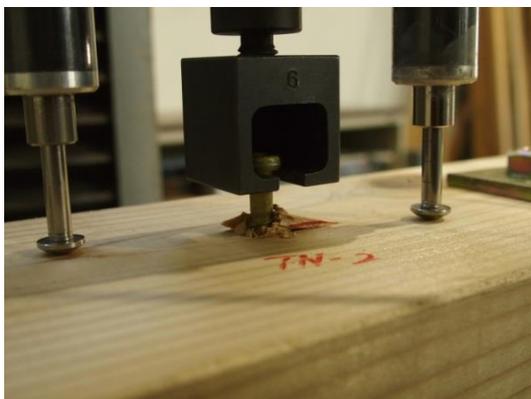


写真 3.7.9-3 試験後の様子

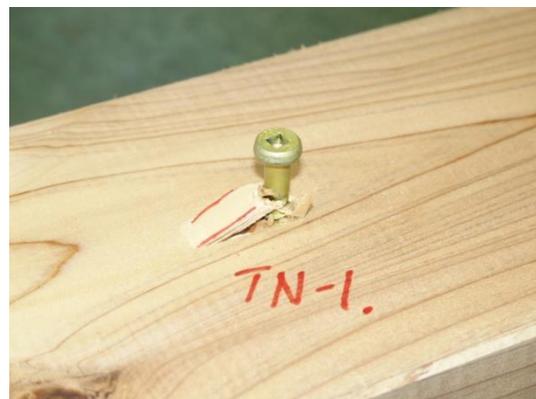


写真 3.7.9-4 1 体目の破壊性状

3.7.10 15STOS

部材記号 J

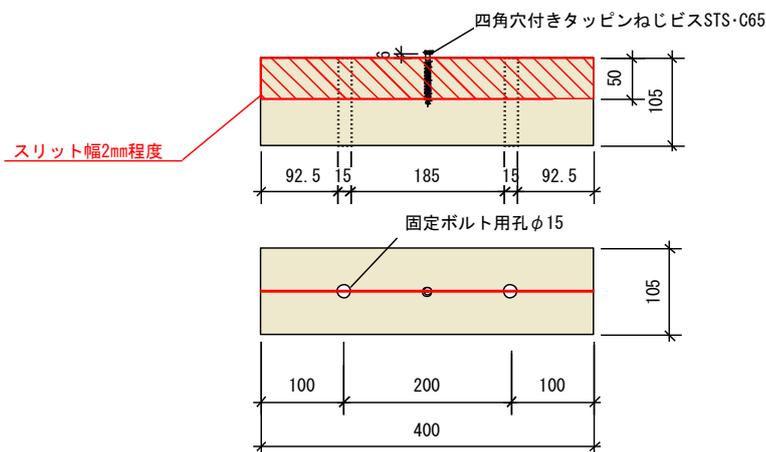


図 3.7.10-1 ビス接合引き抜き（スリット有り）15STOS 試験体図

表 3.7.10-1 15STOS 特性値一覧

項目	試験体記号	15STOS						平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
		1	2	3	4	5	6					
1/10Pm (kN)		0.46	0.48	0.57	0.59	0.58	0.55	0.54	0.05			
1/10 δ m (mm)		0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00			
2/5Pm (kN)		1.86	1.92	2.27	2.37	2.32	2.21	2.16	0.22			
2/5 δ m (mm)		0.17	0.19	0.21	0.20	0.19	0.20	0.19	0.01			
1/2Pm (kN)		2.32	2.40	2.83	2.96	2.90	2.76	2.70	0.27			
1/2 δ m (mm)		0.22	0.24	0.25	0.25	0.24	0.25	0.24	0.01			
2/3Pm (kN)		3.10	3.20	3.78	3.95	3.87	3.68	3.60	0.36	0.100	0.766	2.8
2/3 δ m (mm)		0.30	0.33	0.34	0.34	0.33	0.36	0.33	0.02			
9/10Pm (kN)		4.18	4.32	5.10	5.33	5.23	4.97	4.86	0.49			
9/10 δ m (mm)		0.48	0.51	0.50	0.52	0.51	0.60	0.52	0.04			
Pm (kN)		4.64	4.79	5.67	5.93	5.81	5.53	5.40	0.55			
δ m (mm)		0.80	0.88	0.76	0.79	0.84	1.15	0.87	0.14			
δ u時荷重 (kN)		3.72	3.84	4.53	4.74	4.64	4.42	4.32	0.43			
δ u (mm)		1.79	2.26	1.79	1.96	1.89	2.56	2.04	0.31			
降伏耐力 Py (kN)		2.67	3.03	4.33	3.82	3.44	3.41	3.45	0.58	0.168	0.608	2.1
δ y (mm)		0.25	0.31	0.40	0.33	0.28	0.32	0.32	0.05			
終局耐力 Pu (kN)		4.27	4.42	5.25	5.45	5.34	5.09	4.97	0.50	0.101	0.764	3.8
初期剛性 K (kN/mm)		10.68	9.77	10.83	11.58	12.29	10.66	10.97	0.87			
降伏点変位 δ v (mm)		0.40	0.45	0.48	0.47	0.43	0.48	0.45	0.03			
塑性率 μ = δ u / δ v		4.48	5.02	3.73	4.17	4.40	5.33	4.52	0.58			
構造特性係数 Ds		0.35	0.33	0.39	0.37	0.36	0.32	0.35	0.03			

1/10Pm;0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m;0.1Pmax時の変位

注)最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

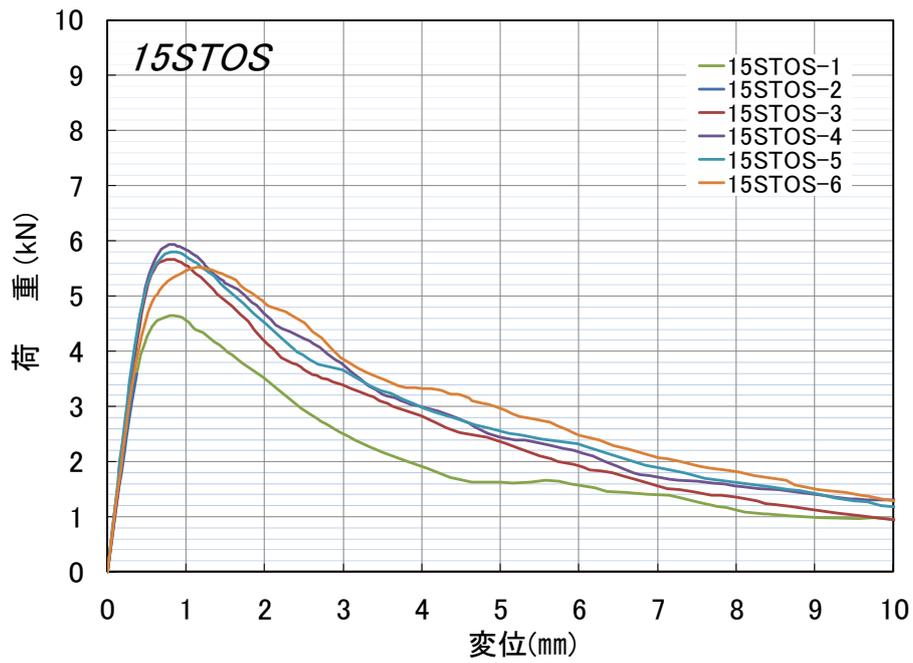


図 3.7.10-2 15STOS 荷重変位曲線



写真 3.7.10-1 試験前の様子



写真 3.7.10-2 1~6 体目の破壊性状



写真 3.7.10-3 試験後の様子



写真 3.7.10-4 2 体目の破壊性状

3.7.11 15 DSPN

部材記号 K

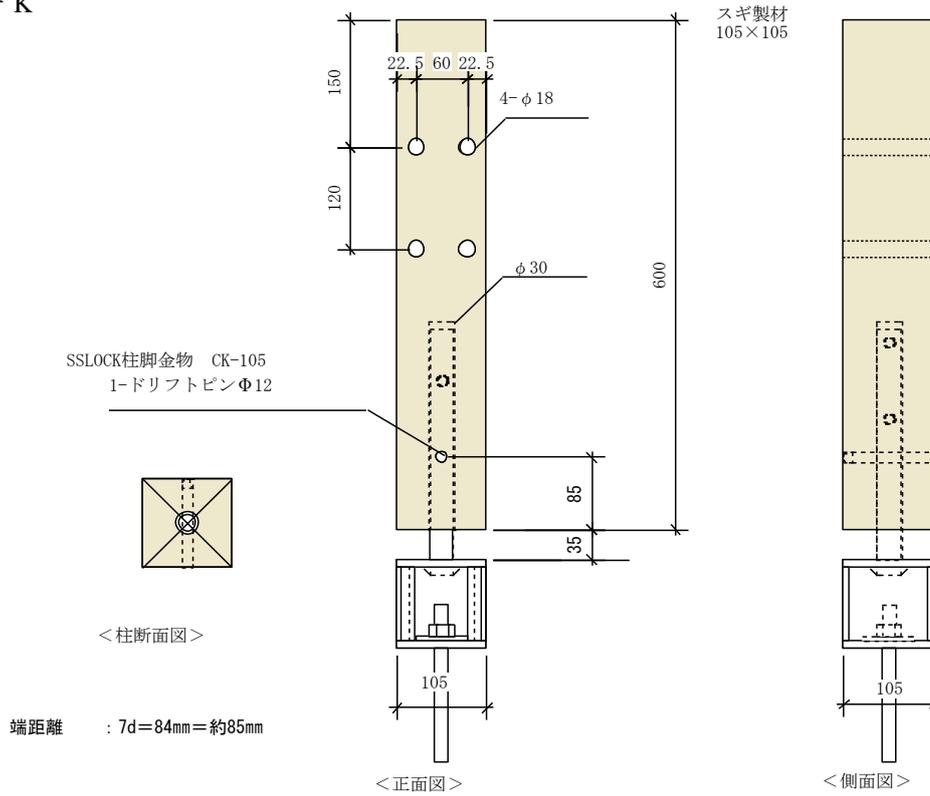


図 3.7.11-1 鋼棒挿入ドリフトピン接合二面せん断（スリット無し） 15DSPN 試験体図

表 3.7.11-1 15DSPN 特性値一覧

項目	試験体記号						15DSPN	1	2	3	4	5	6	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
	1	2	3	4	5	6												
1/10Pm (kN)	2.54	1.71	2.27	2.38	2.31	1.98	2.20	0.30										
1/10 δ m (mm)	0.33	0.22	0.19	0.07	0.45	0.50	0.29	0.16										
2/5Pm (kN)	10.14	6.84	9.08	9.51	9.25	7.91	8.79	1.20										
2/5 δ m (mm)	0.90	0.71	0.72	0.61	0.92	1.04	0.82	0.16										
1/2Pm (kN)	12.68	8.56	11.35	11.89	11.56	9.89	10.99	1.50										
1/2 δ m (mm)	1.18	0.88	0.88	0.81	1.07	1.25	1.01	0.18										
2/3Pm (kN)	16.91	11.41	15.13	15.85	15.41	13.19	14.65	2.00	0.137	0.680	10.0							
2/3 δ m (mm)	1.88	1.15	1.20	1.26	1.45	1.76	1.45	0.31										
9/10Pm (kN)	22.82	15.40	20.42	21.39	20.81	17.80	19.77	2.70										
9/10 δ m (mm)	4.25	1.70	2.17	2.47	2.74	3.28	2.77	0.90										
Pm (kN)	25.36	17.11	22.69	23.77	23.12	19.78	21.97	3.00										
δ m (mm)	9.25	2.10	6.81	4.06	6.98	11.10	6.72	3.29										
δ u時荷重 (kN)	25.34	16.07	22.69	19.02	23.12	19.03	20.88	3.41										
δ u (mm)	9.60	6.34	6.81	5.69	6.98	21.48	9.48	6.03										
降伏耐力 Py (kN)	15.19	11.42	15.23	14.08	14.32	11.70	13.66	1.69	0.124	0.710	9.7							
δ y (mm)	1.59	1.15	1.21	1.04	1.32	1.49	1.30	0.21										
終局耐力 Pu (kN)	23.66	15.80	21.83	21.29	21.58	19.08	20.54	2.74	0.133	0.689	14.2							
初期剛性 K (kN/mm)	9.55	9.93	12.59	13.54	10.85	7.85	10.72	2.08										
降伏点変位 δ v (mm)	2.48	1.59	1.73	1.57	1.99	2.43	1.97	0.41										
塑性率 μ = δ u / δ v	3.87	3.99	3.94	3.62	3.51	8.84	4.63	2.07										
構造特性係数 Ds	0.39	0.38	0.38	0.40	0.41	0.24	0.37	0.06										

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

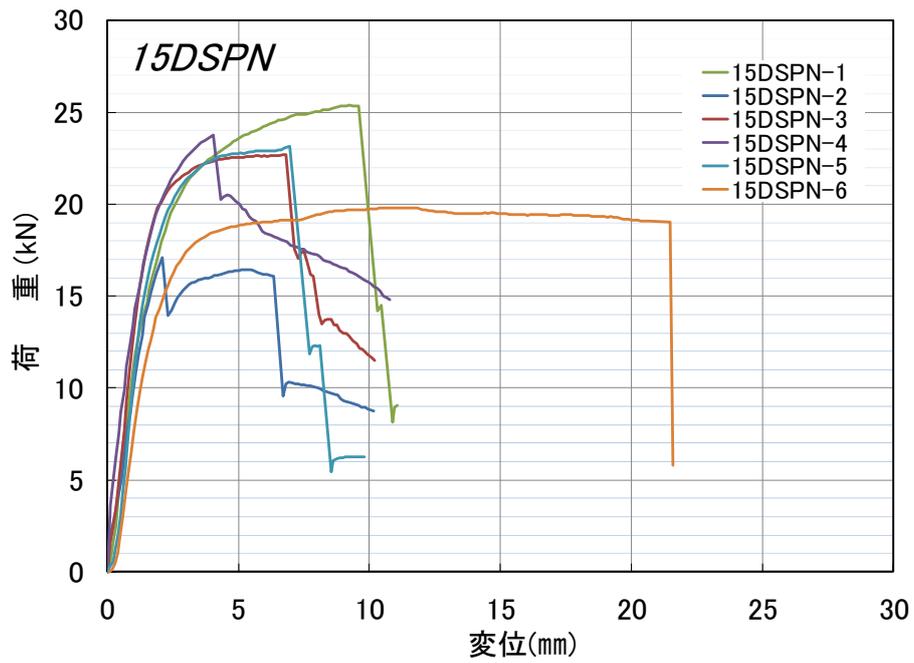


図 3.7.11-2 15DSPN 荷重変位曲線

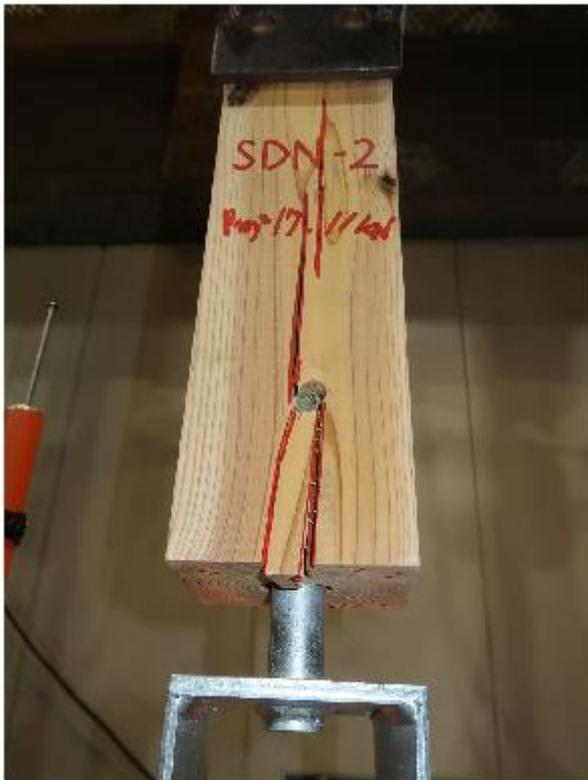


写真 3.7.11-1 2体目 押し抜きせん断破壊



写真 3.7.11-2 4体目 割裂破壊



写真 3.7.11-3 解体後 1 体目



写真 3.7.11-4 解体後 2 体目



写真 3.7.11-5 解体後 3 体目



写真 3.7.11-6 解体後 4 体目



写真 3.7.11-7 解体後 5、6 体目

3.7.12 15 DSPS

部材記号 L

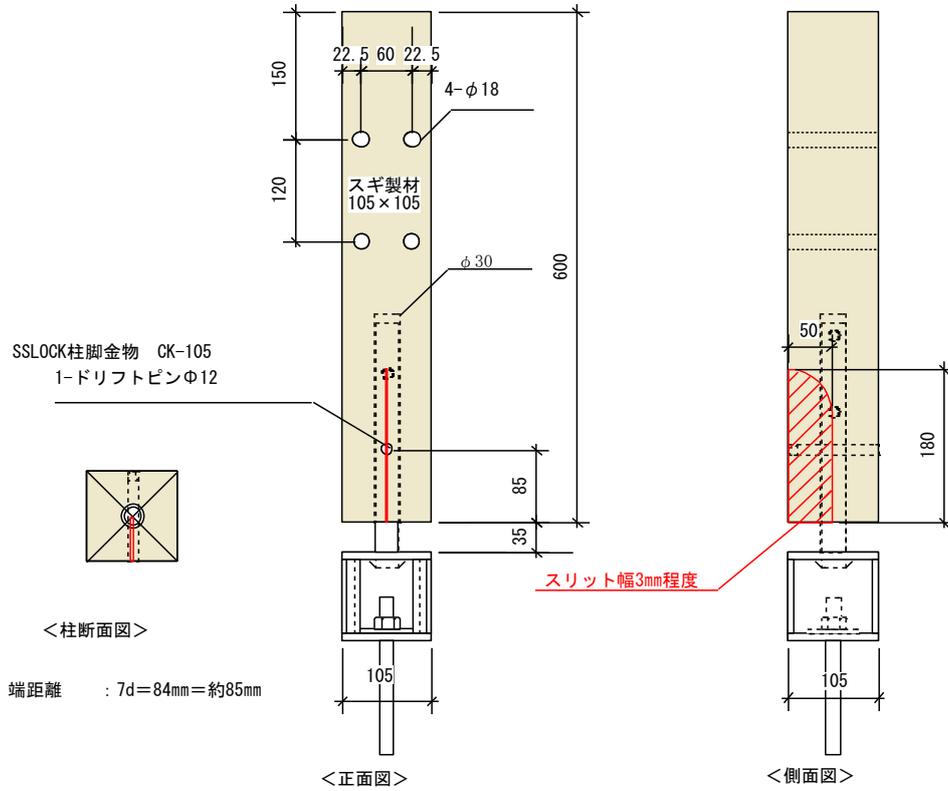


図 3.7.12-1 鋼棒挿入ドリフトピン接合二面せん断（スリット有り） 15DSPS 試験体図

表 3.7.12-1 15DSPS 特性値一覧

項目	試験体記号						15DSPS	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
	1	2	3	4	5	6						
1/10Pm (kN)	2.07	2.30	2.00	1.93	1.62	2.05	2.00	0.22				
1/10 δ m (mm)	0.32	0.25	0.34	0.26	0.07	0.41	0.28	0.12				
2/5Pm (kN)	8.28	9.18	8.01	7.73	6.50	8.20	7.98	0.88				
2/5 δ m (mm)	0.99	0.76	0.93	0.70	0.59	0.96	0.82	0.16				
1/2Pm (kN)	10.35	11.48	10.01	9.66	8.12	10.25	9.98	1.10				
1/2 δ m (mm)	1.19	0.93	1.11	0.85	0.79	1.14	1.00	0.17				
2/3Pm (kN)	13.80	15.31	13.35	12.88	10.83	13.66	13.31	1.46	0.110	0.743	9.9	
2/3 δ m (mm)	1.58	1.29	1.48	1.19	1.14	1.47	1.36	0.18				
9/10Pm (kN)	18.63	20.66	18.02	17.39	14.62	18.44	17.96	1.97				
9/10 δ m (mm)	2.51	2.22	2.18	2.15	2.26	2.45	2.30	0.15				
Pm (kN)	20.70	22.96	20.02	19.32	16.24	20.49	19.96	2.19				
δ m (mm)	3.71	3.02	3.17	3.24	4.72	3.54	3.57	0.62				
δ u時荷重 (kN)	17.20	22.96	16.02	16.43	15.40	16.39	17.40	2.79				
δ u (mm)	8.01	3.02	7.39	10.80	8.57	6.33	7.35	2.59				
降伏耐力 Py (kN)	14.05	13.89	12.73	11.81	10.20	14.15	12.81	1.57	0.123	0.713	9.1	
δ v (mm)	1.61	1.14	1.41	1.07	1.05	1.52	1.30	0.24				
終局耐力 Pu (kN)	19.07	20.28	18.72	17.98	15.68	18.28	18.34	1.53	0.083	0.806	14.8	
初期剛性 K (kN/mm)	8.73	12.18	9.03	11.04	9.71	9.31	10.00	1.34				
降伏点変位 δ v (mm)	2.18	1.67	2.07	1.63	1.61	1.96	1.85	0.25				
塑性率 μ = δ u / δ v	3.67	1.81	3.57	6.63	5.32	3.23	4.04	1.69				
構造特性係数 Ds	0.40	0.62	0.40	0.29	0.32	0.43	0.41	0.12				

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

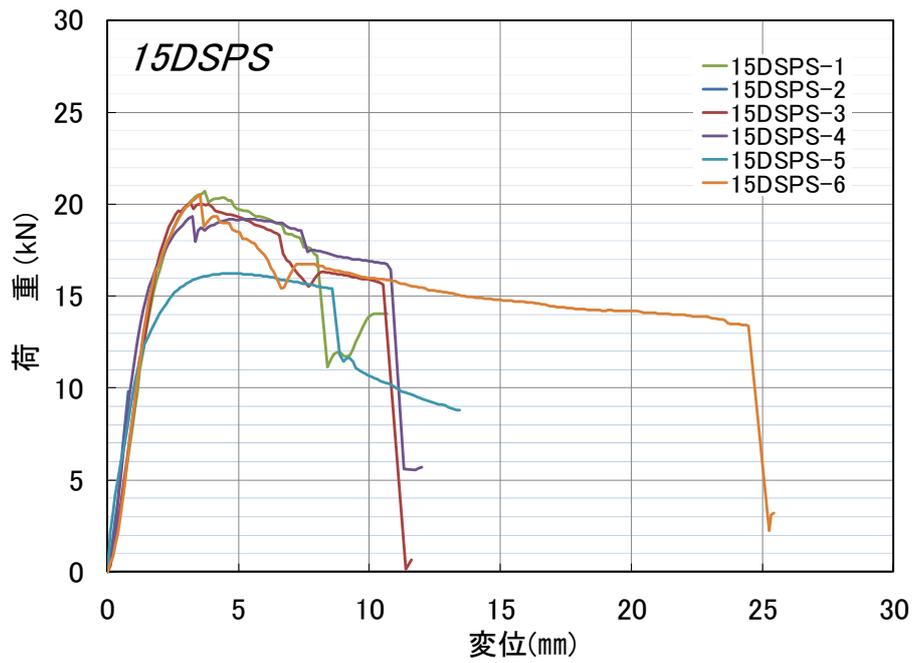


図 3.7.12-2 15DSPS 荷重変位曲線



写真 3.7.12-1 1 体目 試験前



写真 3.7.12-2 1 体目 割裂破壊



写真 3.7.12-3 1 体目 割裂破壊



写真 3.7.12-4 2 体目 割裂破壊

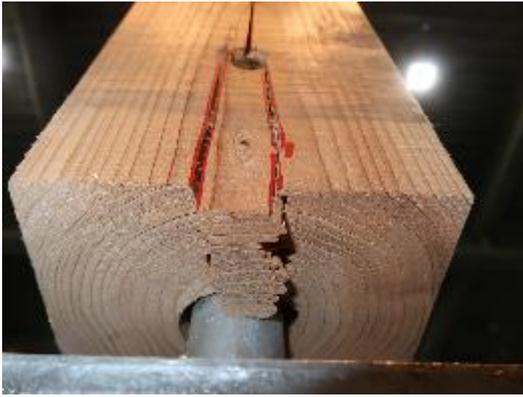


写真 3.7.12-5 2体目 押し抜きせん断破壊

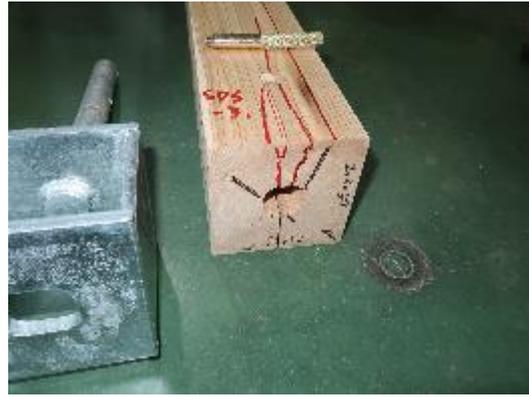


写真 3.7.12-6 解体後 3体目 押し抜きせん断破壊

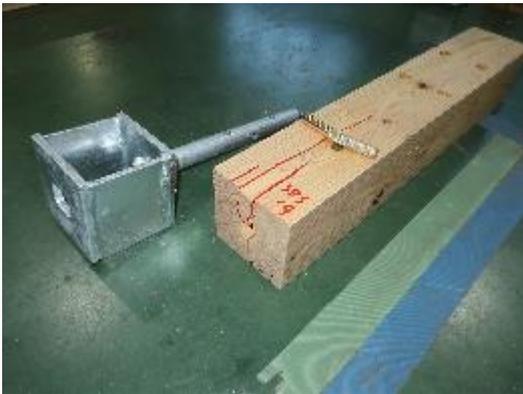


写真 3.7.12-7 解体後 4体目 押し抜きせん断破壊



写真 3.7.12-8 解体後 5体目 割裂破壊



写真 3.7.12-9 6体目 割裂破壊

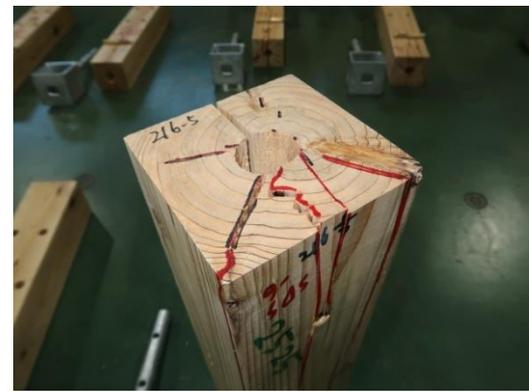


写真 3.7.12-10 解体後 6体目 割裂破壊

3.7.13 15 BSPN

部材記号 M

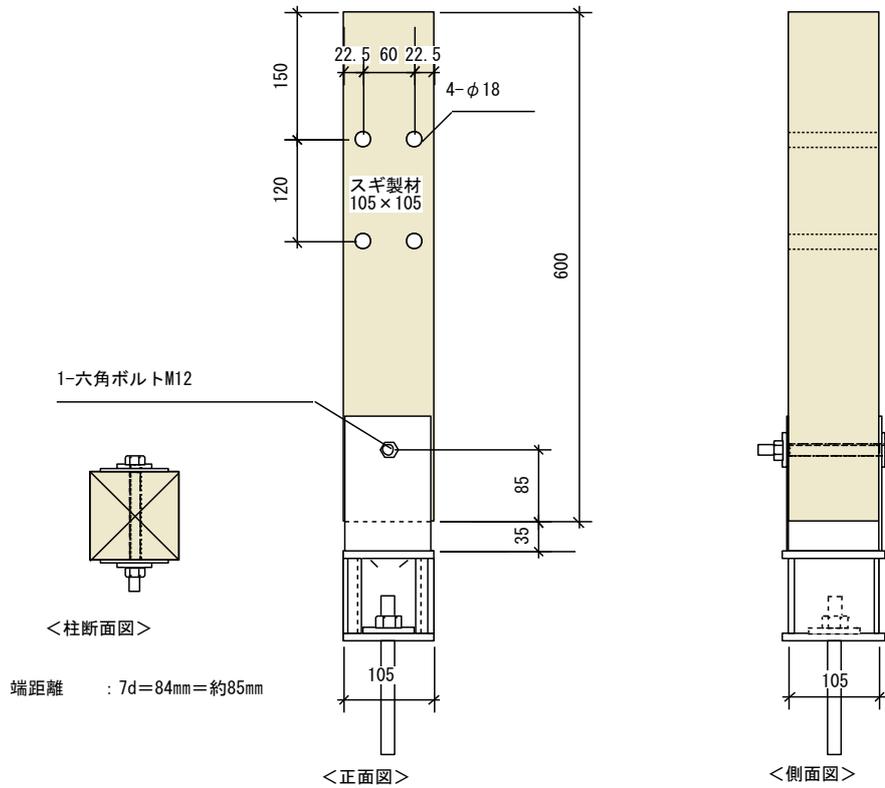


図 3.7.13-1 鋼板添え板ボルト接合二面せん断（スリット無し） 15BSPN 試験体図

表 3.7.13-1 15BSPN 特性値一覧

項目	試験体記号	15BSPN						平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
		1	2	3	4	5	6					
1/10Pm (kN)		4.07	3.23	3.88	4.34	4.36	3.34	3.87	0.49			
1/10 δ m (mm)		3.77	0.57	0.39	0.65	0.93	1.22	1.26	1.27			
2/5Pm (kN)		16.27	12.93	15.51	17.35	17.45	13.35	15.48	1.95			
2/5 δ m (mm)		5.43	1.91	2.00	2.40	2.71	2.47	2.82	1.31			
1/2Pm (kN)		20.34	16.16	19.39	21.69	21.81	16.69	19.35	2.44			
1/2 δ m (mm)		6.05	2.48	2.84	3.27	3.65	2.96	3.54	1.29			
2/3Pm (kN)		27.11	21.55	25.85	28.91	29.08	22.25	25.79	3.25	0.126	0.706	18.2
2/3 δ m (mm)		7.78	3.81	5.08	5.30	6.10	4.01	5.35	1.46			
9/10Pm (kN)		36.60	29.09	34.89	39.03	39.26	30.03	34.82	4.39			
9/10 δ m (mm)		15.94	7.38	12.92	12.74	14.19	6.39	11.59	3.84			
Pm (kN)		40.67	32.32	38.77	43.37	43.62	33.37	38.69	4.88			
δ m (mm)		22.29	9.94	16.41	15.68	18.08	7.78	15.03	5.34			
δ u時荷重 (kN)		32.54	25.86	31.02	34.70	34.90	26.70	30.95	3.90			
δ u (mm)		25.10	13.38	16.69	17.59	18.68	9.10	16.76	5.37			
降伏耐力 Py (kN)		25.15	18.36	22.57	25.19	24.90	18.54	22.45	3.25	0.145	0.661	14.8
δ y (mm)		7.08	2.98	3.79	4.20	4.57	3.29	4.32	1.47			
終局耐力 Pu (kN)		34.14	29.05	33.59	37.08	37.52	27.64	33.17	4.07	0.123	0.713	23.7
初期剛性 K (kN/mm)		3.55	6.16	5.96	6.00	5.45	5.64	5.46	0.97			
降伏点変位 δ v (mm)		9.62	4.72	5.64	6.18	6.88	4.90	6.32	1.80			
塑性率 μ = δ u / δ v		2.61	2.83	2.96	2.85	2.72	1.86	2.64	0.40			
構造特性係数 Ds		0.49	0.46	0.45	0.46	0.47	0.61	0.49	0.06			

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

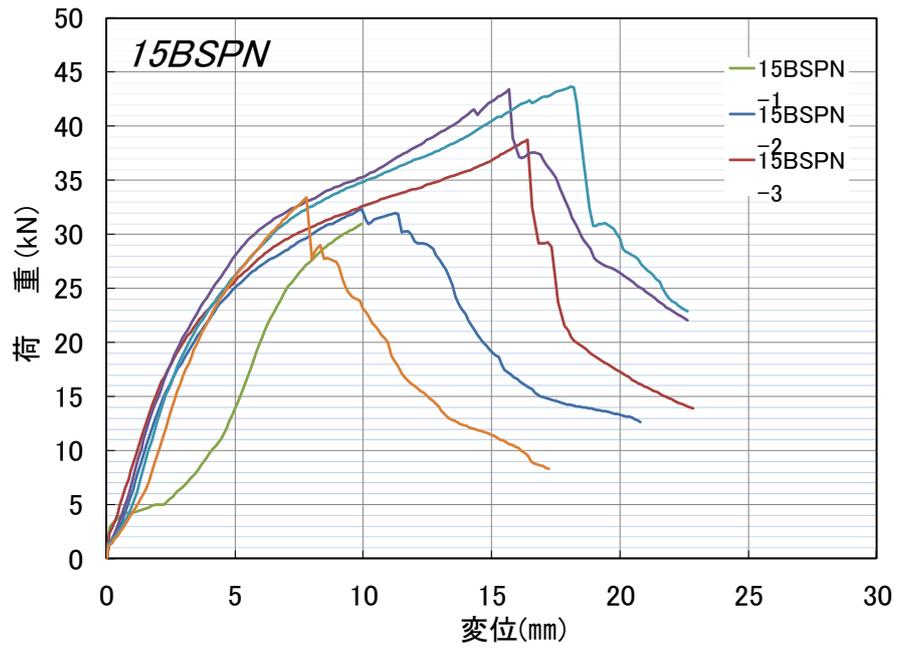


図 3.7.13-2 15BSPN 荷重変位曲線



写真 3.7.13-1 試験後の様子

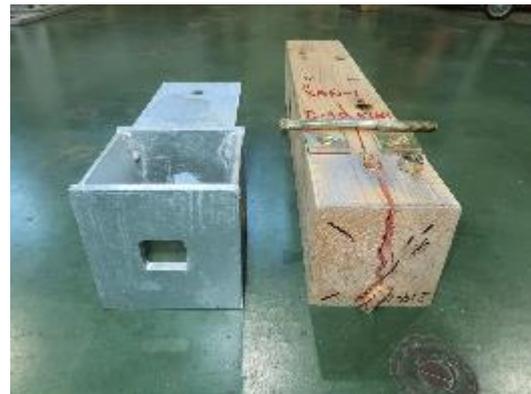


写真 3.7.13-2 1 体目 割裂破壊



写真 3.7.13-3 2 体目 割裂破壊

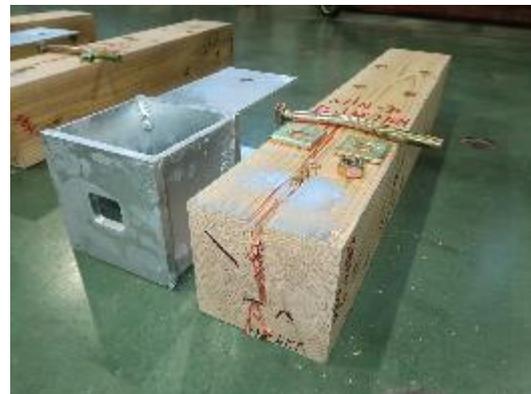


写真 3.7.13-4 3 体目 割裂破壊



写真 3.7.13-5 4 体目 割裂破壊



写真 3.7.13-6 5 体目 割裂破壊

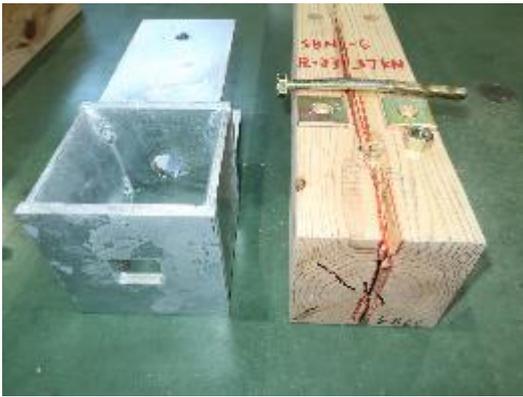


写真 3.7.13-7 6 体目 割裂破壊

3.7.14 15 BPS

部材記号 N

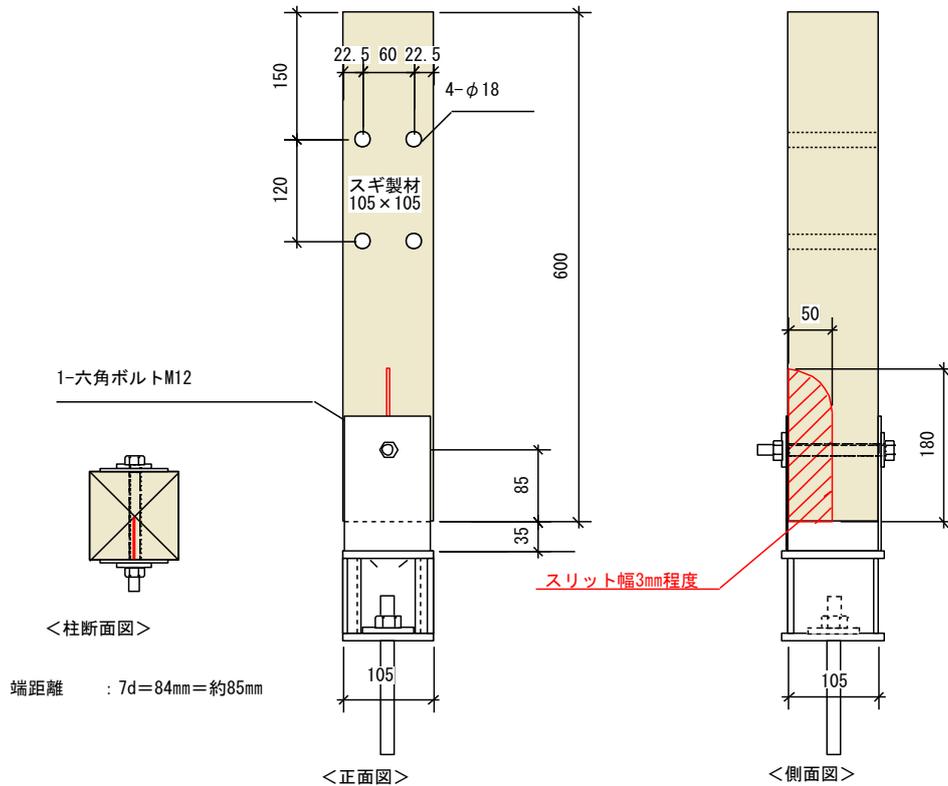


図 3.7.14-14 鋼板添え板ボルト接合二面せん断（スリット有り） 15BSPS 試験体図

表 3.7.14-14 15BSPS 特性値一覧

項目	試験体記号						15BSPS	1	2	3	4	5	6	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数	5%下限值
	試験体記号																	
1/10Pm (kN)	2.37	2.87	2.66	2.75	2.65	2.68	2.66	0.17										
1/10 δ m (mm)	1.01	0.47	0.48	0.48	0.91	0.81	0.69	0.25										
2/5Pm (kN)	9.48	11.48	10.64	11.00	10.61	10.74	10.66	0.66										
2/5 δ m (mm)	2.11	1.87	1.56	1.78	2.04	2.01	1.90	0.20										
1/2Pm (kN)	11.85	14.35	13.31	13.76	13.26	13.42	13.33	0.83										
1/2 δ m (mm)	2.50	2.35	1.94	2.24	2.46	2.51	2.33	0.22										
2/3Pm (kN)	15.79	19.13	17.74	18.34	17.68	17.89	17.76	1.11	0.063	0.853	15.1							
2/3 δ m (mm)	3.44	3.50	2.76	3.14	3.36	3.49	3.28	0.29										
9/10Pm (kN)	21.32	25.82	23.95	24.76	23.87	24.16	23.98	1.49										
9/10 δ m (mm)	5.23	6.13	4.44	5.21	5.15	5.15	5.22	0.54										
Pm (kN)	23.69	28.69	26.61	27.51	26.52	26.84	26.64	1.66										
δ m (mm)	6.19	10.61	5.31	6.35	6.36	5.99	6.80	1.91										
δ u時荷重 (kN)	18.95	28.69	21.29	27.51	21.22	21.47	23.19	3.93										
δ u (mm)	9.34	10.61	7.86	6.35	9.62	9.07	8.81	1.50										
降伏耐力 Py (kN)	12.81	16.29	14.65	16.10	14.50	13.17	14.59	1.44	0.099	0.769	11.2							
δ y (mm)	2.68	2.77	2.18	2.67	2.69	2.47	2.58	0.22										
終局耐力 Pu (kN)	20.43	26.37	23.07	24.00	23.33	23.74	23.49	1.91	0.081	0.811	19.1							
初期剛性 K (kN/mm)	4.78	5.88	6.72	6.03	5.39	5.33	5.69	0.67										
降伏点変位 δ v (mm)	4.27	4.48	3.43	3.98	4.33	4.45	4.16	0.40										
塑性率 μ = δ u / δ v	2.19	2.37	2.29	1.60	2.22	2.04	2.12	0.28										
構造特性係数 Ds	0.54	0.52	0.53	0.67	0.54	0.57	0.56	0.06										

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

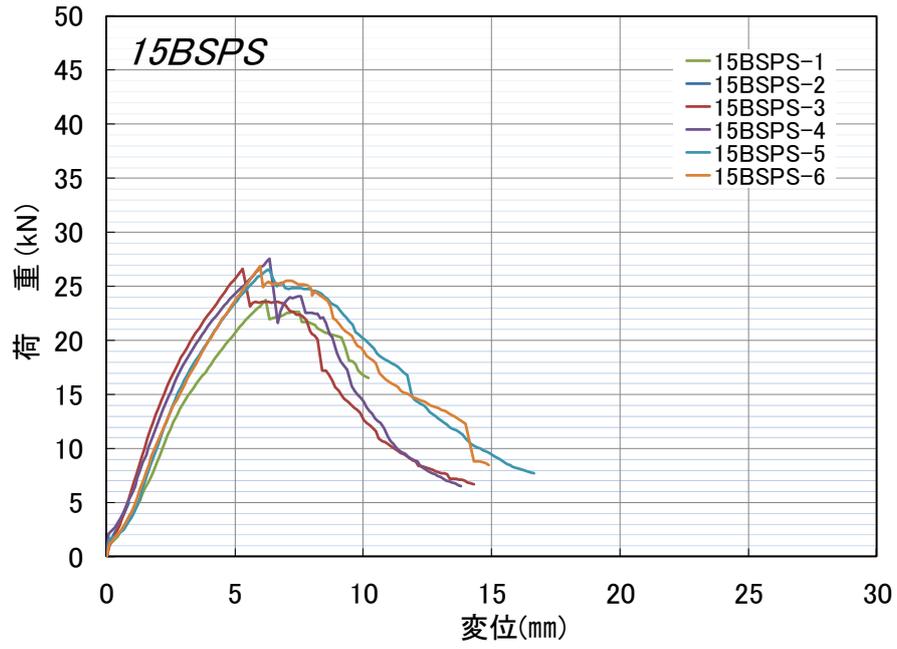


図 3.7.14-14 15BSPS 荷重変位曲線



写真 3.7.14-64 試験後の様子



写真 3.7.14-65 1 体目 割裂破壊



写真 3.7.14-66 2 体目 割裂破壊



写真 3.7.14-67 3 体目 割裂破壊



写真 3.7.14-68 4 体目 割裂破壊



写真 3.7.14-69 5 体目 割裂破壊



写真 3.7.14-70 6 体目 割裂破壊

3.8 KD20-25 試験体 試験結果

KD20-25 試験体の試験結果を試験体別に示す。

3.8.1 20NSPN

部材記号 O

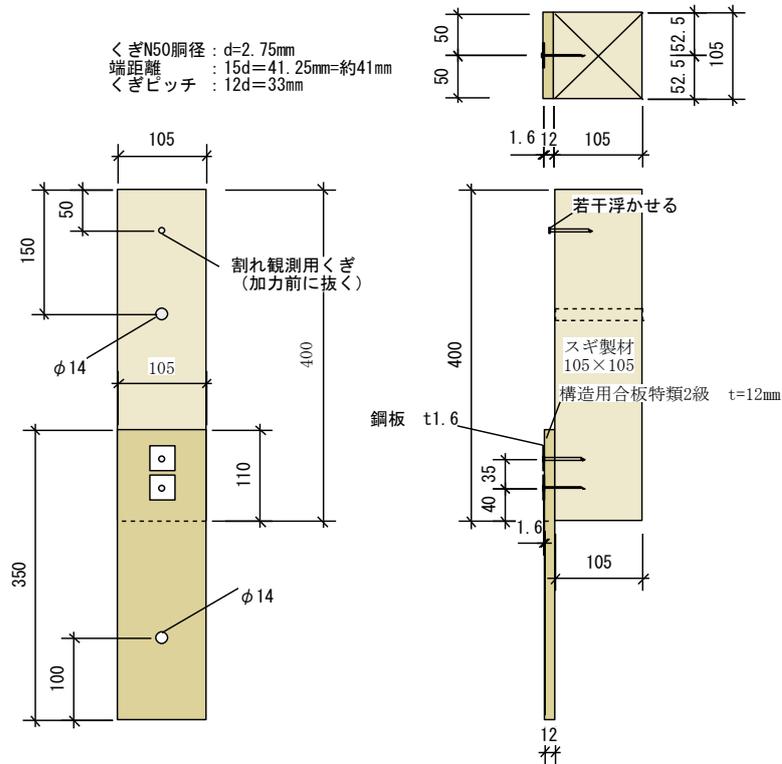


図 3.8.1-1 合板添え板くぎ接合繊維平行方向一面せん断（スリット無し）20NSPN 試験体図

表 3.8.1-1 20NSPN 特性値一覧

項目	試験体記号						20NSPN	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
	1	2	3	4	5	6						
1/10Pm (kN)	0.27	0.30	0.22	0.28	0.24	0.26	0.26	0.03				
1/10 δ m (mm)	0.08	0.06	0.04	0.11	0.08	0.08	0.08	0.02				
2/5Pm (kN)	1.10	1.21	0.89	1.12	0.95	1.02	1.05	0.12				
2/5 δ m (mm)	0.54	0.54	0.43	0.70	0.81	0.80	0.64	0.16				
1/2Pm (kN)	1.37	1.51	1.11	1.40	1.19	1.28	1.31	0.15				
1/2 δ m (mm)	0.90	1.00	0.74	1.05	1.40	1.36	1.08	0.26				
2/3Pm (kN)	1.83	2.01	1.48	1.87	1.58	1.70	1.75	0.20	0.114	0.734	1.3	
2/3 δ m (mm)	2.14	2.56	1.51	2.98	2.87	2.86	2.49	0.57				
9/10Pm (kN)	2.47	2.71	2.00	2.52	2.14	2.30	2.36	0.26				
9/10 δ m (mm)	9.20	11.53	3.55	8.79	8.92	9.63	8.60	2.67				
Pm (kN)	2.74	3.01	2.22	2.80	2.37	2.55	2.62	0.29				
δ m (mm)	19.74	17.68	13.96	16.07	14.84	15.94	16.37	2.07				
δ u時荷重 (kN)	2.19	2.41	1.78	2.24	1.90	2.04	2.09	0.23				
δ u (mm)	26.22	27.57	23.00	25.58	25.13	25.22	25.45	1.50				
降伏耐力 Py (kN)	1.67	1.81	1.19	1.56	1.39	1.52	1.52	0.22	0.145	0.661	1.0	
δ y (mm)	1.60	1.81	0.86	1.38	2.12	2.13	1.65	0.49				
終局耐力 Pu (kN)	2.51	2.69	2.09	2.53	2.19	2.31	2.39	0.23	0.096	0.776	1.9	
初期剛性 K (kN/mm)	1.04	1.00	1.38	1.13	0.66	0.71	0.99	0.27				
降伏点変位 δ v (mm)	2.41	2.69	1.51	2.24	3.32	3.25	2.57	0.68				
塑性率 $\mu = \delta u / \delta v$	10.88	10.25	15.23	11.42	7.57	7.76	10.52	2.81				
構造特性係数 Ds	0.22	0.23	0.18	0.21	0.27	0.26	0.23	0.03				

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

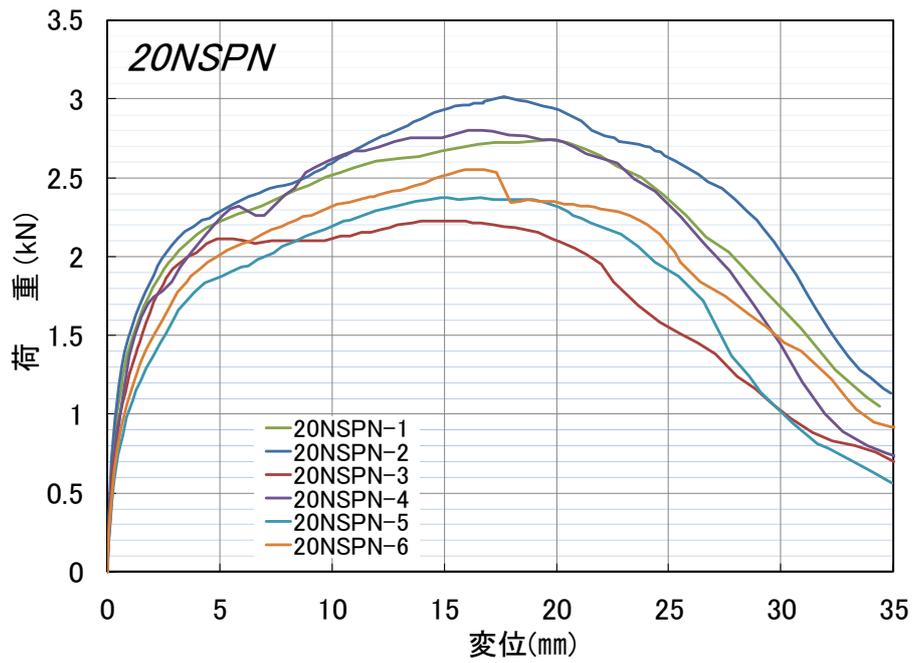


図 3.8.1-1 20NSPN 荷重変位曲線



写真 3.8.1-1 試験実施前の様子



写真 3.8.1-2 合板の離間



写真 3.8.1-3 くぎ、座金の変形、合板のめり込み



写真 3.8.1-4 1、2 体目の破壊性状



写真 3.8.1-5 3 体目の破壊性状
木材の割裂



写真 3.8.1-6 4 体目の破壊性状
木材の割裂



写真 3.8.1-7 5 体目の破壊性状



写真 3.8.1-8 6 体目の破壊性状

3.8.2 20NSPS

部材記号 P

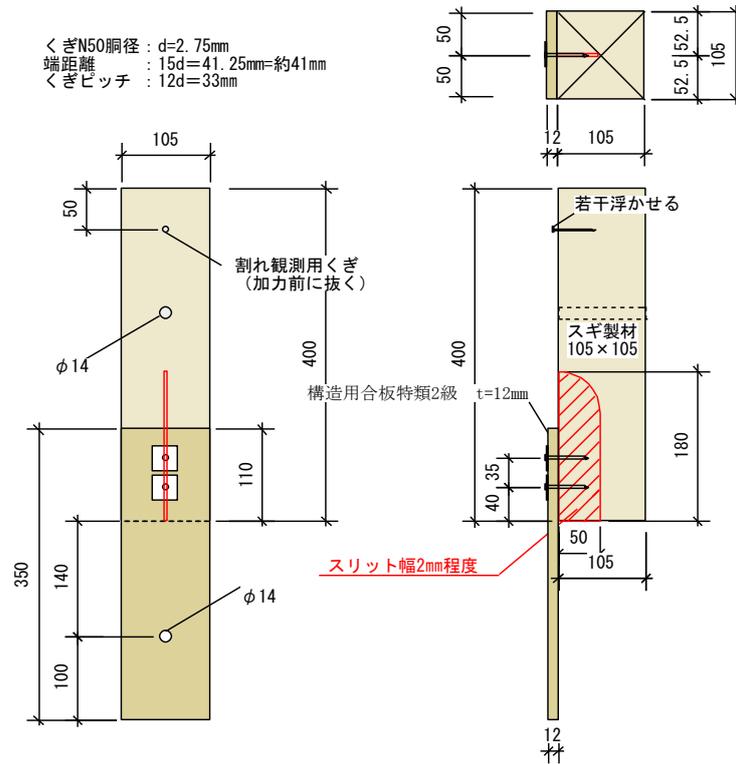


図 3.8.2-1 合板添え板くぎ接合繊維平行方向一面せん断（スリット有り）20NSPS
試験体図

表 3.8.2-1 20NSPS 特性値一覧

項目	試験体記号						20NSPS	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
	1	2	3	4	5	6						
1/10Pm (kN)	0.11	0.08	0.13	0.13	0.11	0.11	0.11	0.02				
1/10 δ m (mm)	0.02	0.06	0.03	0.03	0.05	0.00	0.03	0.02				
2/5Pm (kN)	0.45	0.34	0.51	0.53	0.42	0.43	0.45	0.07				
2/5 δ m (mm)	0.22	0.59	0.41	0.28	0.39	0.25	0.36	0.14				
1/2Pm (kN)	0.56	0.42	0.64	0.67	0.53	0.54	0.56	0.09				
1/2 δ m (mm)	0.37	0.86	0.65	0.47	0.63	0.43	0.57	0.18				
2/3Pm (kN)	0.75	0.56	0.85	0.89	0.70	0.71	0.74	0.12	0.162	0.622	0.5	
2/3 δ m (mm)	0.97	1.47	1.28	1.32	1.16	0.96	1.19	0.20				
9/10Pm (kN)	1.01	0.76	1.15	1.20	0.95	0.96	1.01	0.16				
9/10 δ m (mm)	2.99	4.82	2.86	3.21	2.80	2.51	3.20	0.83				
Pm (kN)	1.12	0.84	1.28	1.33	1.05	1.07	1.12	0.18				
δ m (mm)	6.29	20.54	9.15	5.48	7.10	4.53	8.85	5.94				
δ u時荷重 (kN)	0.90	0.74	1.03	1.07	0.85	0.86	0.91	0.12				
δ u (mm)	28.65	30.00	23.43	29.07	30.00	22.85	27.33	3.30				
降伏耐力 Py (kN)	0.62	0.55	0.67	0.68	0.58	0.57	0.61	0.05	0.082	0.808	0.5	
δ y (mm)	0.50	1.42	0.70	0.51	0.76	0.50	0.73	0.36				
終局耐力 Pu (kN)	1.01	0.77	1.21	1.21	0.98	0.98	1.03	0.17	0.165	0.615	0.6	
初期剛性 K (kN/mm)	1.24	0.39	0.96	1.33	0.76	1.14	0.97	0.35				
降伏点変位 δ v (mm)	0.81	1.97	1.26	0.91	1.29	0.86	1.18	0.44				
塑性率 $\mu = \delta u / \delta v$	35.37	15.23	18.60	31.95	23.26	26.57	25.16	7.71				
構造特性係数 Ds	0.12	0.18	0.17	0.13	0.15	0.14	0.15	0.02				

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

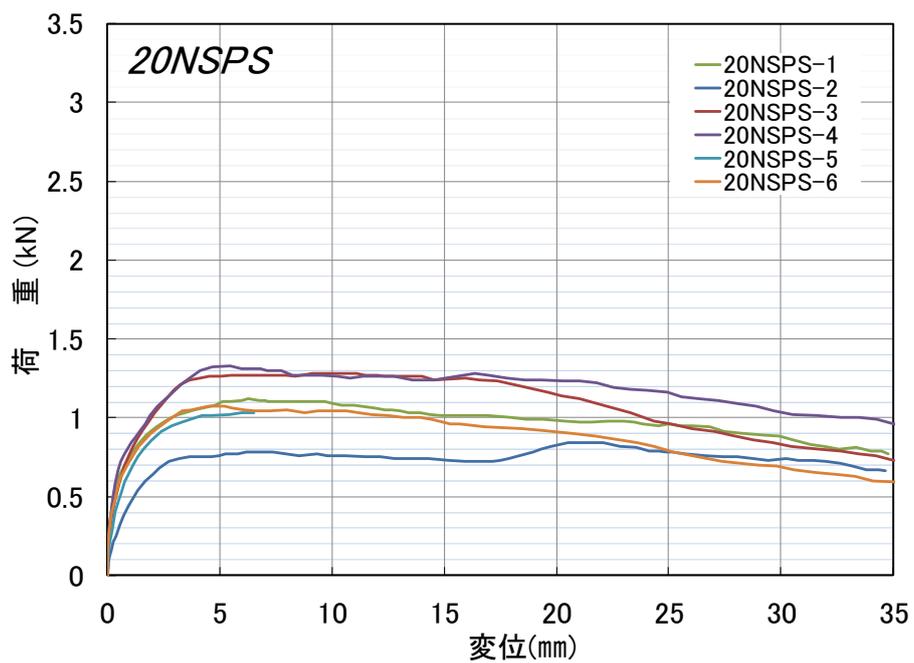


図 3.8.2-1 20NSPS 荷重変位曲線



写真 3.8.2-1 試験後の様子

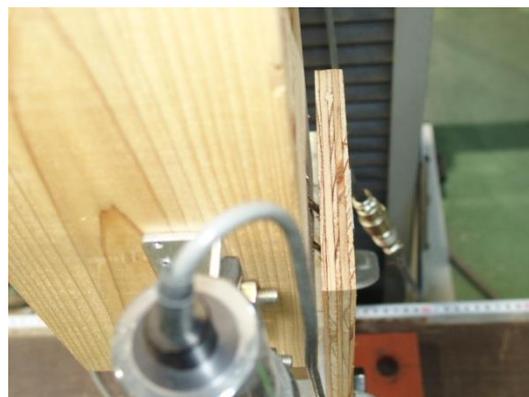


写真 3.8.2-2 合板の離間



写真 3.8.2-3 くぎ、座金の変形、合板のめり込み



写真 3.8.2-4 1体目の破壊性状



写真 3.8.2-5 2体目の破壊性状



写真 3.8.2-6 3体目の破壊性状



写真 3.8.2-7 4体目の破壊性状

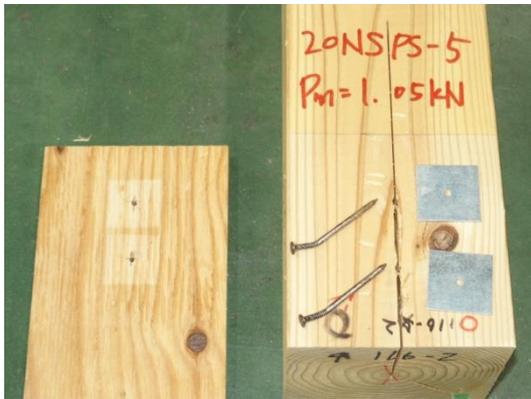


写真 3.8.2-8 5体目の破壊性状



写真 3.8.2-9 6体目の破壊性状

3.8.3 20NSON

部材記号 Q

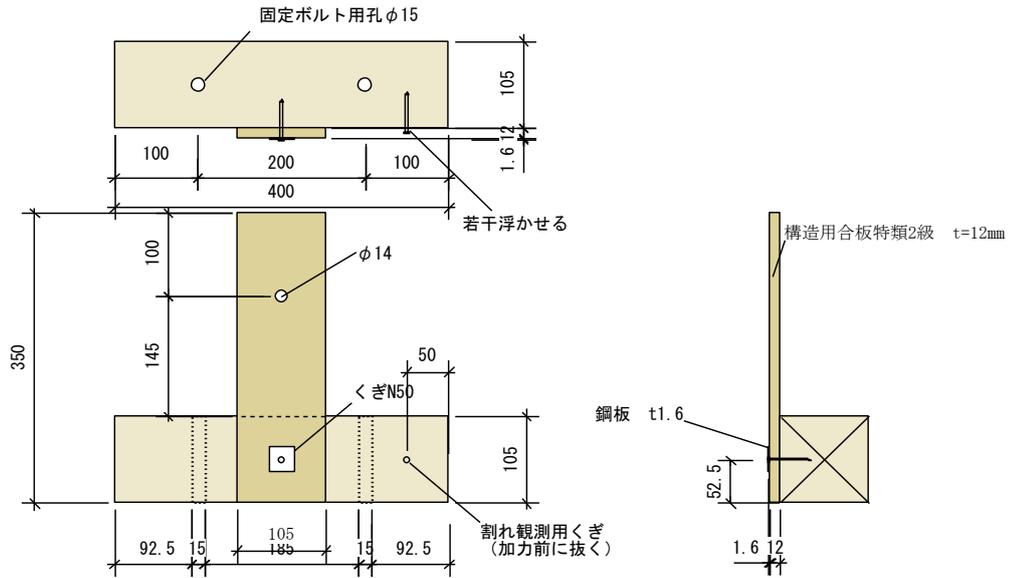


図 3.8.3-1 合板添え板くぎ接合繊維直角方向一面せん断（スリット無し）20NSON
試験体図

表 3.8.3-1 20NSON 特性値一覧

項目	試験体記号						20NSON	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数	5% 下限値
	1	2	3	4	5	6						
1/10Pm (kN)	0.13	0.13	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14	0.01				
1/10 δ m (mm)	0.08	0.02	0.05	0.06	0.01	0.02	0.04	0.03				
2/5Pm (kN)	0.50	0.50	0.57	0.56	0.50	0.55	0.53	0.03				
2/5 δ m (mm)	0.73	0.66	0.82	1.01	0.33	0.60	0.69	0.23				
1/2Pm (kN)	0.63	0.63	0.72	0.71	0.63	0.69	0.67	0.04				
1/2 δ m (mm)	1.31	1.46	1.51	1.77	0.63	1.25	1.32	0.38				
2/3Pm (kN)	0.83	0.83	0.95	0.94	0.83	0.91	0.88	0.06	0.068	0.841	0.7	
2/3 δ m (mm)	3.36	5.55	4.83	4.86	1.96	3.65	4.04	1.31				
9/10Pm (kN)	1.13	1.13	1.29	1.27	1.13	1.23	1.20	0.08				
9/10 δ m (mm)	13.30	12.94	14.71	12.36	9.50	11.26	12.35	1.80				
Pm (kN)	1.25	1.25	1.43	1.41	1.25	1.37	1.33	0.09				
δ m (mm)	25.30	19.46	22.19	17.01	13.22	15.13	18.72	4.52				
δ u時荷重 (kN)	1.04	1.00	1.15	1.13	1.00	1.10	1.07	0.07				
δ u (mm)	30.00	29.06	29.37	27.65	25.55	25.48	27.85	1.97				
降伏耐力 Py (kN)	0.76	0.65	0.78	0.76	0.74	0.74	0.74	0.05	0.068	0.841	0.6	
δ y (mm)	2.61	1.76	1.97	2.17	1.09	1.72	1.89	0.51				
終局耐力 Pu (kN)	1.14	1.09	1.25	1.26	1.11	1.19	1.17	0.07	0.060	0.860	1.0	
初期剛性 K (kN/mm)	0.29	0.37	0.40	0.35	0.68	0.43	0.42	0.14				
降伏点変位 δ v (mm)	3.93	2.95	3.13	3.60	1.63	2.77	3.00	0.80				
塑性率 μ = δ u / δ v	7.63	9.85	9.38	7.68	15.67	9.20	9.90	2.97				
構造特性係数 Ds	0.26	0.23	0.24	0.26	0.18	0.24	0.24	0.03				

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

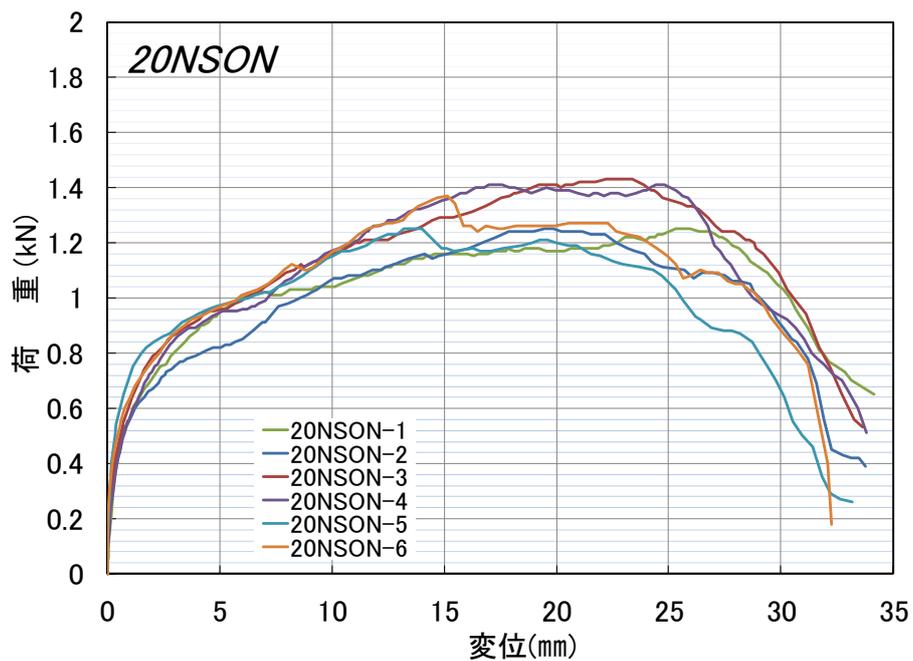


図 3.8.3-2 20NSON 荷重変位曲線



写真 3.8.3-1 試験実施前の様子



写真 3.8.3-2 試験後 合板の離間



写真 3.8.3-3 くぎ、座金の変形、合板のめり込み

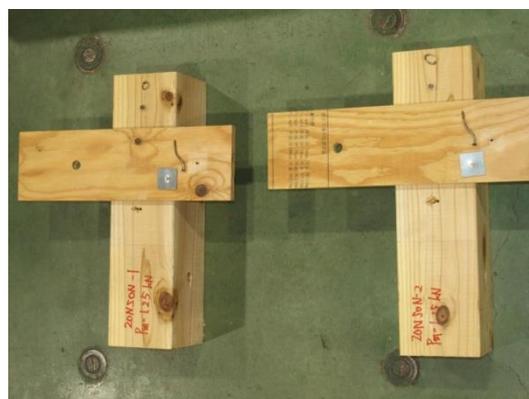


写真 3.8.3-4 1、2 体目の破壊性状



写真 3.8.3-5 3 体目の破壊性状



写真 3.8.3-6 4 体目の破壊性状



写真 3.8.3-7 5、6 体目の破壊性状

3.8.4 20NSOS

部材記号 R

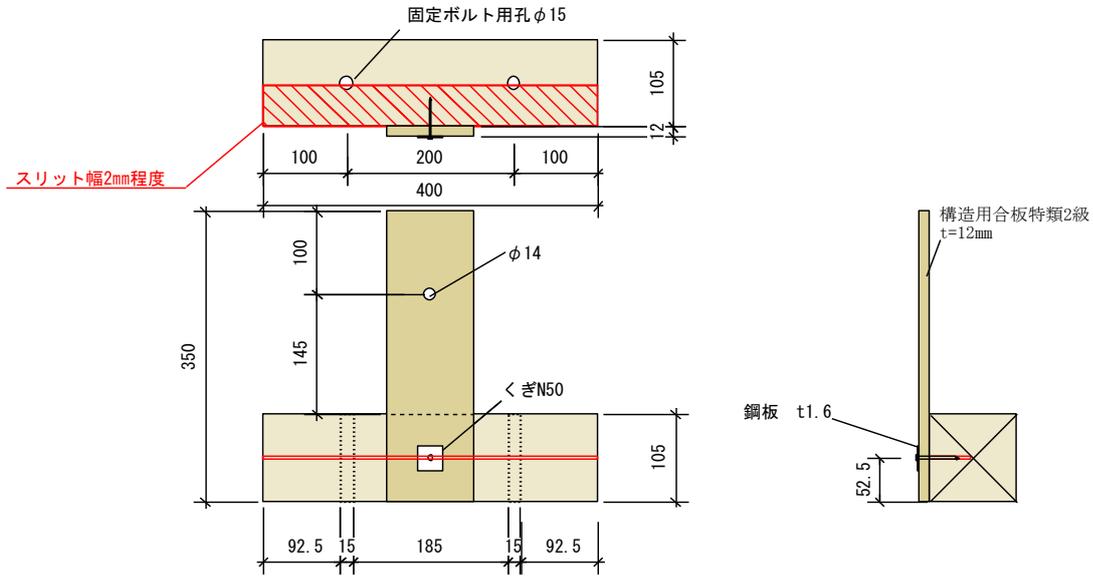


図 3.8.4-1 合板添え板くぎ接合繊維直角方向一面せん断（スリット有り）20NSOS 試験体図

表 3.8.4-1 20NSOS 特性値一覧

項目	試験体記号	20NSOS						平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数	5% 下限値
		1	2	3	4	5	6					
1/10Pm (kN)		0.13	0.11	0.12	0.09	0.12	0.15	0.12	0.02			
1/10 δ m (mm)		0.01	0.69	0.01	0.01	0.08	0.01	0.14	0.27			
2/5Pm (kN)		0.51	0.45	0.48	0.36	0.49	0.58	0.48	0.07			
2/5 δ m (mm)		0.31	1.84	0.38	0.46	0.59	0.46	0.67	0.58			
1/2Pm (kN)		0.64	0.56	0.60	0.46	0.61	0.73	0.60	0.09			
1/2 δ m (mm)		0.67	2.58	0.74	0.75	1.18	0.82	1.12	0.74			
2/3Pm (kN)		0.85	0.75	0.79	0.61	0.81	0.97	0.80	0.12	0.150	0.650	0.5
2/3 δ m (mm)		2.35	4.66	2.13	1.57	6.05	2.22	3.16	1.77			
9/10Pm (kN)		1.14	1.01	1.07	0.82	1.10	1.31	1.08	0.16			
9/10 δ m (mm)		11.27	14.69	9.13	4.29	16.93	4.42	10.12	5.22			
Pm (kN)		1.27	1.12	1.19	0.91	1.22	1.45	1.19	0.18			
δ m (mm)		17.00	20.12	14.48	9.60	22.93	11.25	15.90	5.13			
δ u時荷重 (kN)		1.02	0.90	0.95	0.73	1.05	1.16	0.97	0.15			
δ u (mm)		26.62	27.89	27.06	29.25	30.00	24.76	27.60	1.89			
降伏耐力 Py (kN)		0.76	0.66	0.69	0.51	0.66	0.72	0.67	0.09	0.134	0.687	0.5
δ y (mm)		1.39	3.54	1.27	0.94	1.81	0.81	1.63	1.00			
終局耐力 Pu (kN)		1.13	1.00	1.09	0.84	1.06	1.35	1.08	0.17	0.157	0.633	0.7
初期剛性 K (kN/mm)		0.55	0.19	0.54	0.54	0.36	0.89	0.51	0.23			
降伏点変位 δ v (mm)		2.05	5.26	2.02	1.56	2.94	1.52	2.56	1.42			
塑性率 μ = δ u / δ v		12.99	5.30	13.40	18.75	10.20	16.29	12.82	4.71			
構造特性係数 Ds		0.20	0.32	0.20	0.17	0.23	0.18	0.22	0.05			

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

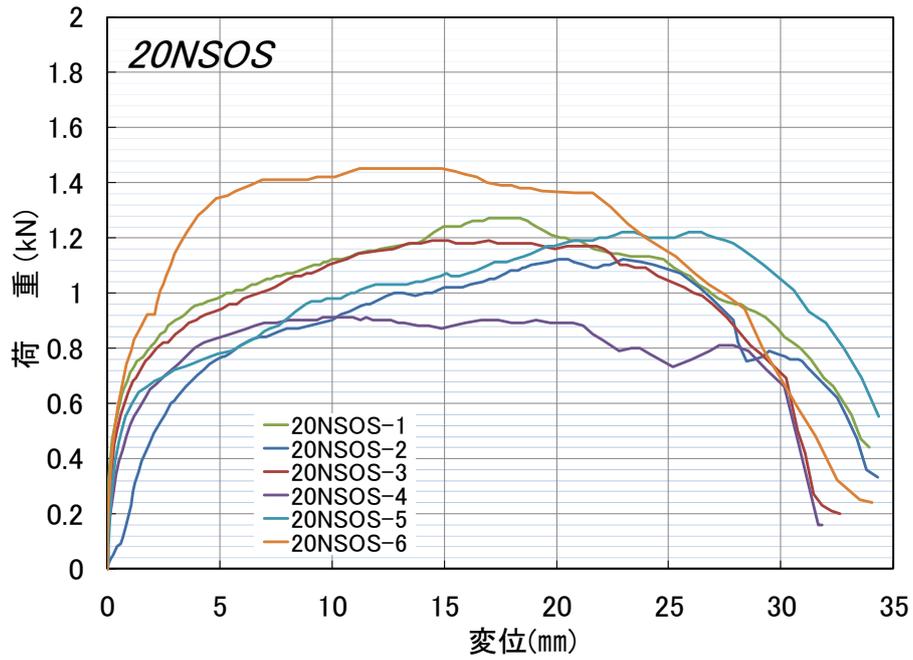


図 3.8.4-2 20NSOS 荷重変位曲線



写真 3.8.4-1 試験実施前の様子



写真 3.8.4-2 合板の離間



写真 3.8.4-3 くぎ、座金の変形、合板のめり込み



写真 3.8.4-4 1~2 体目の破壊性状



写真 3.8.4-5 3 体目の破壊性状



写真 3.8.4-6 4 体目の破壊性状



写真 3.8.4-7 5 体目の破壊性状



写真 3.8.4-8 6 体目の破壊性状

試験体中央の割れは乾燥割れであり、
試
験により生じたものではない。

3.8.5 20SSPN

部材記号 S

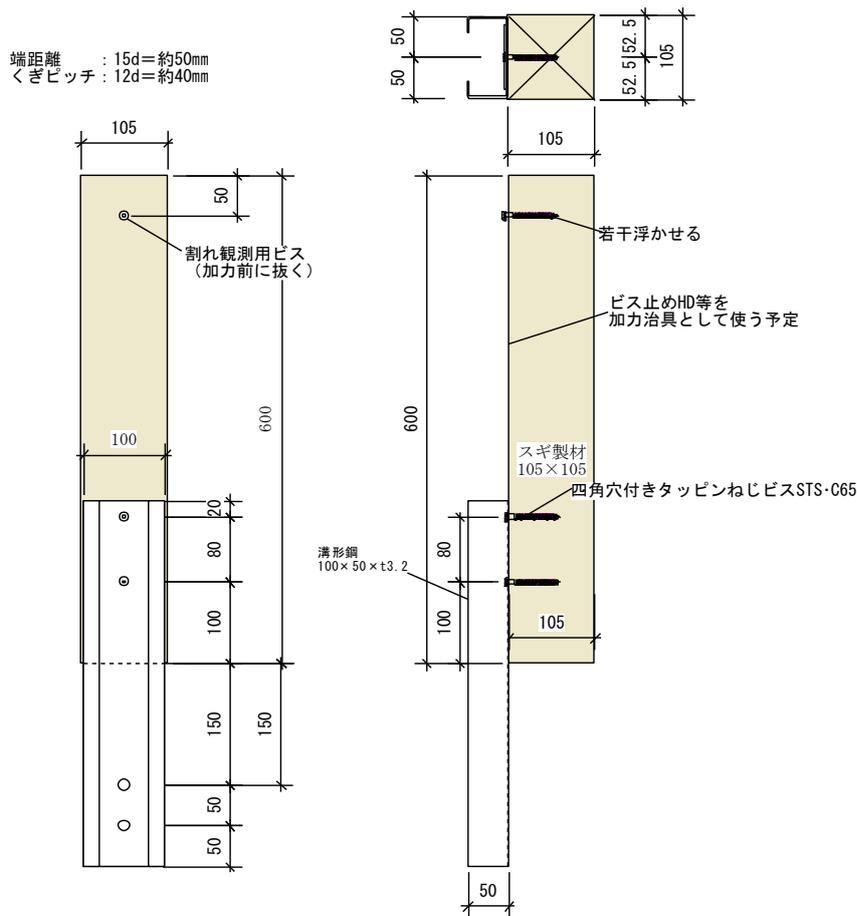


図 3.8.5-1 鋼板添え板ビス接合繊維平行方向一面せん断（スリット無し）20SSPN

試験体図

表 3.8.5-1 20SSPN 特性値一覧

項目	試験体記号						20SSPN	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数	5%下限値
	1	2	3	4	5	6						
1/10Pm (kN)	1.29	1.23	1.28	1.29	1.06	1.09	1.21	0.10				
1/10 δ m (mm)	0.33	0.15	0.41	0.67	0.41	0.24	0.37	0.18				
2/5Pm (kN)	5.15	4.92	5.12	5.15	4.23	4.34	4.82	0.42				
2/5 δ m (mm)	1.46	0.83	1.98	1.72	1.47	1.64	1.52	0.39				
1/2Pm (kN)	6.44	6.16	6.40	6.44	5.29	5.43	6.03	0.53				
1/2 δ m (mm)	1.97	1.18	2.65	2.20	1.92	2.11	2.01	0.48				
2/3Pm (kN)	8.59	8.21	8.54	8.59	7.05	7.24	8.04	0.71	0.088	0.794	6.4	
2/3 δ m (mm)	3.20	1.89	4.10	3.26	2.90	3.15	3.08	0.71				
9/10Pm (kN)	11.59	11.08	11.52	11.59	9.51	9.77	10.84	0.95				
9/10 δ m (mm)	6.01	3.77	7.29	6.07	5.64	5.61	5.73	1.14				
Pm (kN)	12.88	12.31	12.80	12.88	10.57	10.86	12.05	1.06				
δ m (mm)	12.34	5.99	11.77	11.88	26.69	10.46	13.19	7.01				
δ u時荷重 (kN)	11.85	9.85	12.33	11.77	10.44	9.70	10.99	1.13				
δ u (mm)	30.00	12.22	30.00	30.00	30.00	30.00	27.04	7.26				
降伏耐力 Py (kN)	6.82	6.68	6.85	7.13	6.04	6.42	6.66	0.38	0.057	0.867	5.8	
δ y (mm)	2.15	1.34	2.92	2.49	2.29	2.63	2.30	0.54				
終局耐力 Pu (kN)	11.98	10.93	12.27	12.31	9.80	10.02	11.22	1.13	0.101	0.764	8.6	
初期剛性 K (kN/mm)	3.17	4.99	2.35	2.86	2.64	2.44	3.08	0.98				
降伏点変位 δ v (mm)	3.78	2.19	5.22	4.30	3.71	4.11	3.89	0.99				
塑性率 μ = δ u / δ v	7.94	5.58	5.75	6.98	8.09	7.30	6.94	1.07				
構造特性係数 Ds	0.26	0.31	0.31	0.28	0.26	0.27	0.28	0.02				

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

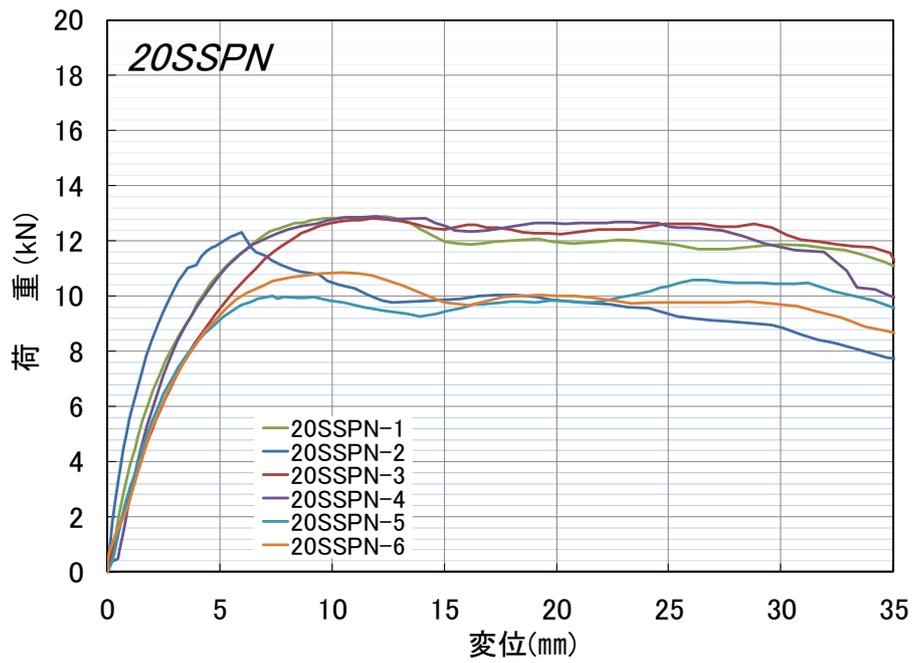


図 3.8.5-2 20SSPN 荷重変位曲線



写真 3.8.5-1 試験後の様子



写真 3.8.5-3 金物の離間なし



写真 3.8.5-2 木材の割れ



写真 3.8.5-4 1 体目の破壊性状



写真 3.8.5-5 2 体目の破壊性状

木材の割れ



写真 3.8.5-6 3 体目の破壊性状

木材の割れ



写真 3.8.5-7 4 体目の破壊性状

木材の割れ



写真 3.8.5-8 5 体目の破壊性状

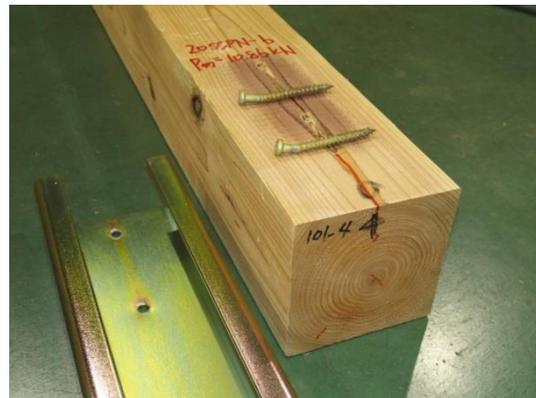


写真 3.8.5-9 6 体目の破壊性状

木材の割れ

3.8.6 20SSPS

部材記号 T

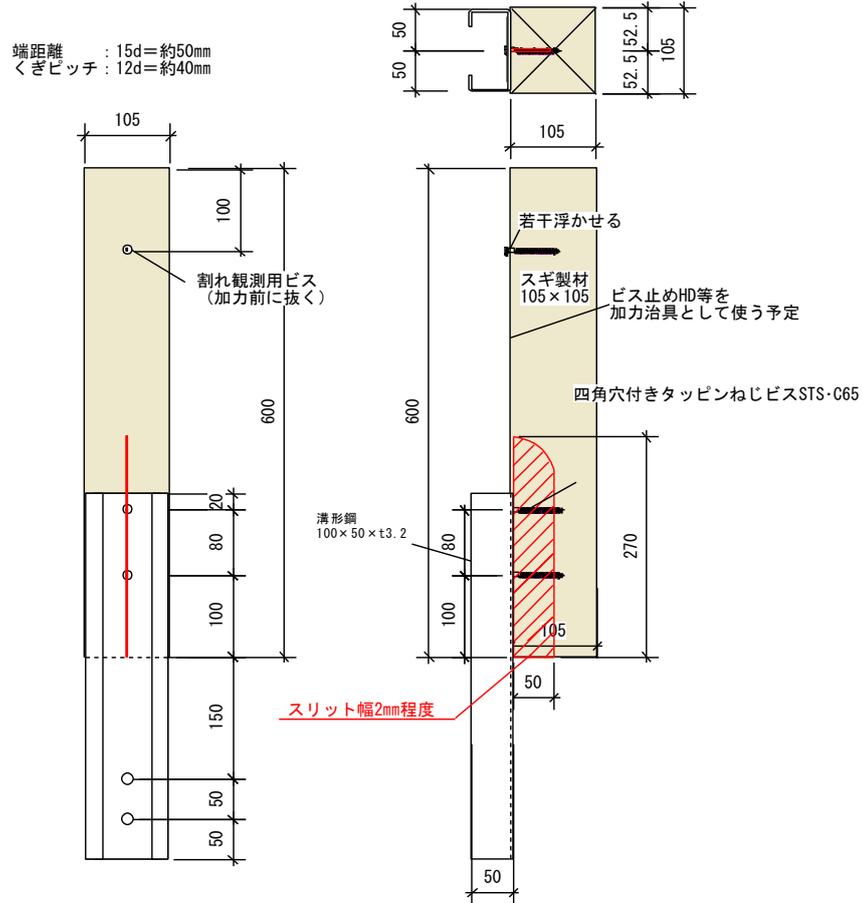


図 3.8.6-1 鋼板添え板ビス接合繊維平行方向一面せん断（スリット有り）20SSPS

試験体図

表 3.8.6-1 20SSPS 特性値一覧

項目	試験体記号						20SSPS	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数	5%下限値
	1	2	3	4	5	6						
1/10Pm (kN)	0.61	0.69	0.63	0.84	0.64	0.57	0.66	0.10				
1/10 δ m (mm)	0.28	0.79	0.61	0.01	0.50	0.35	0.42	0.27				
2/5Pm (kN)	2.43	2.76	2.51	3.37	2.54	2.27	2.65	0.39				
2/5 δ m (mm)	1.13	2.50	1.35	1.29	1.98	1.67	1.65	0.51				
1/2Pm (kN)	3.04	3.45	3.13	4.21	3.18	2.84	3.31	0.48				
1/2 δ m (mm)	1.51	3.11	1.69	1.92	2.78	2.32	2.22	0.63				
2/3Pm (kN)	4.06	4.60	4.18	5.62	4.24	3.78	4.41	0.65	0.147	0.657	2.9	
2/3 δ m (mm)	2.43	4.23	2.34	3.30	4.61	3.36	3.38	0.92				
9/10Pm (kN)	5.48	6.22	5.64	7.59	5.72	5.11	5.96	0.88				
9/10 δ m (mm)	4.94	6.77	3.78	5.93	8.98	5.39	5.97	1.78				
Pm (kN)	6.09	6.91	6.27	8.43	6.36	5.68	6.62	0.97				
δ m (mm)	7.26	9.94	4.80	12.08	15.63	8.08	9.63	3.83				
δ u時荷重 (kN)	4.87	5.53	5.01	7.15	5.70	5.44	5.62	0.82				
δ u (mm)	26.88	27.56	8.46	30.00	30.00	30.00	25.48	8.45				
降伏耐力 Py (kN)	3.44	4.25	3.38	4.16	3.37	2.83	3.57	0.54	0.151	0.647	2.3	
δ v (mm)	1.80	3.87	1.83	1.87	3.06	2.32	2.46	0.84				
終局耐力 Pu (kN)	5.39	6.10	5.32	7.85	5.96	5.32	5.99	0.97	0.162	0.622	3.7	
初期剛性 K (kN/mm)	1.91	1.10	1.85	2.22	1.10	1.22	1.57	0.49				
降伏点変位 δ v (mm)	2.82	5.55	2.88	3.54	5.42	4.36	4.10	1.21				
塑性率 μ = δ u / δ v	9.53	4.97	2.94	8.47	5.54	6.88	6.39	2.41				
構造特性係数 Ds	0.24	0.33	0.45	0.25	0.31	0.28	0.31	0.08				

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

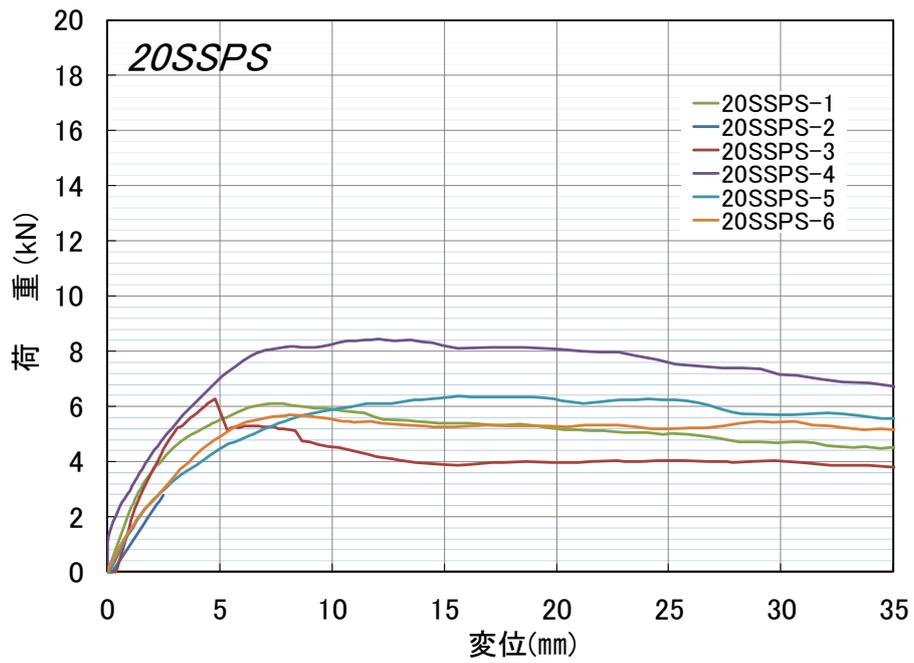


図 3.8.6-2 20SSPS 荷重変位曲線



写真 3.8.6-1 試験後の様子(スリットに沿って割れ発生)



写真 3.8.6-2 1体目の破壊性状



写真 3.8.6-3 2体目の破壊性状

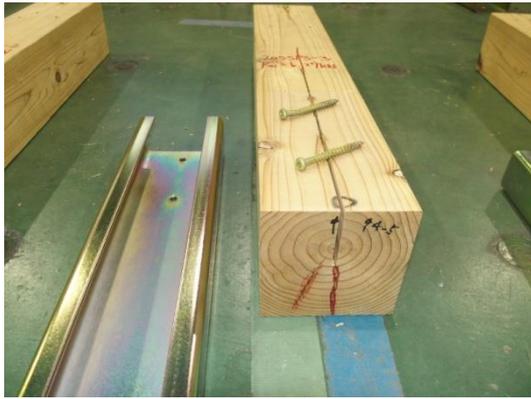


写真 3.8.6-4 3 体目の破壊性状
木材の割れ



写真 3.8.6-5 4 体目の破壊性状



写真 3.8.6-8 5 体目の破壊性状



写真 3.8.6-9 6 体目の破壊性状

3.8.7 20SSON

部材記号 U

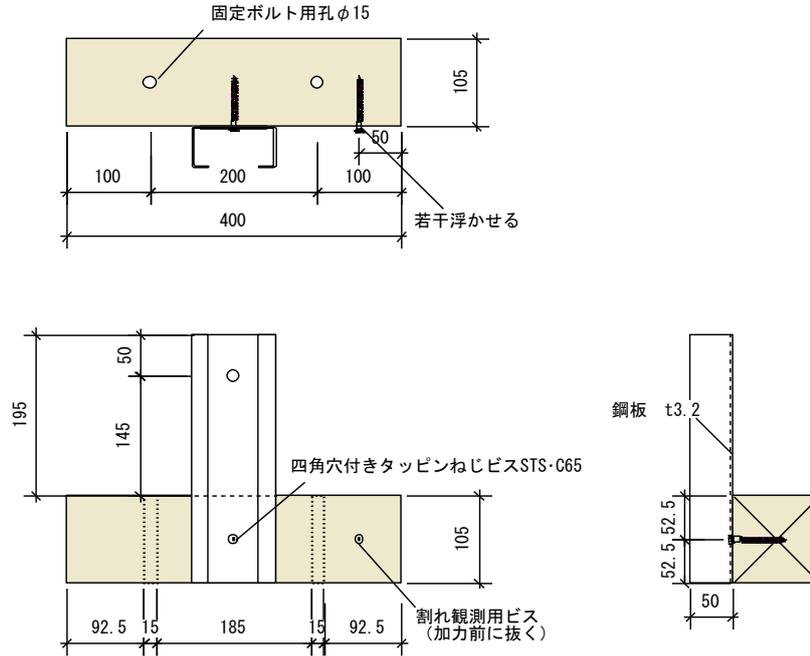


図 3.8.7-1 鋼板添え板ビス接合繊維直角方向一面せん断（スリット無し）20SSON
試験体図

表 3.8.7-2 20SSON 特性値一覧

項目	試験体記号						20SSON	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
	1	2	3	4	5	6						
1/10Pm (kN)	0.79	0.56	0.58	0.59	0.65	0.62	0.63	0.08				
1/10 δ m (mm)	0.28	0.04	0.13	0.21	0.10	0.14	0.15	0.08				
2/5Pm (kN)	3.17	2.26	2.31	2.36	2.58	2.49	2.53	0.34				
2/5 δ m (mm)	1.59	1.16	1.26	1.78	1.26	1.55	1.43	0.24				
1/2Pm (kN)	3.96	2.82	2.89	2.95	3.23	3.12	3.16	0.42				
1/2 δ m (mm)	2.39	1.91	1.84	2.43	1.86	2.19	2.10	0.27				
2/3Pm (kN)	5.28	3.76	3.85	3.93	4.30	4.16	4.21	0.56	0.133	0.689	2.9	
2/3 δ m (mm)	4.45	3.24	3.02	3.82	3.16	3.80	3.58	0.54				
9/10Pm (kN)	7.13	5.08	5.20	5.31	5.81	5.61	5.69	0.76				
9/10 δ m (mm)	8.01	7.04	5.90	6.84	5.95	8.07	6.97	0.95				
Pm (kN)	7.92	5.65	5.78	5.90	6.46	6.24	6.33	0.84				
δ m (mm)	10.70	23.71	20.13	9.94	9.28	16.81	15.10	6.04				
δ u時荷重 (kN)	6.33	5.51	4.62	4.72	5.17	4.99	5.22	0.63				
δ u (mm)	27.56	30.00	28.47	28.12	26.59	29.50	28.37	1.25				
降伏耐力 Py (kN)	3.76	3.15	3.12	3.16	3.30	3.53	3.34	0.26	0.078	0.818	2.7	
δ y (mm)	2.16	2.33	2.06	2.70	1.93	2.74	2.32	0.34				
終局耐力 Pu (kN)	7.29	5.33	5.29	5.41	6.00	5.75	5.85	0.76	0.130	0.696	4.1	
初期剛性 K (kN/mm)	1.74	1.35	1.51	1.17	1.71	1.29	1.46	0.23				
降伏点変位 δ v (mm)	4.19	3.95	3.50	4.62	3.51	4.46	4.04	0.47				
塑性率 $\mu = \delta u / \delta v$	6.58	7.59	8.13	6.09	7.58	6.61	7.10	0.78				
構造特性係数 Ds	0.29	0.27	0.26	0.30	0.27	0.29	0.28	0.02				

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

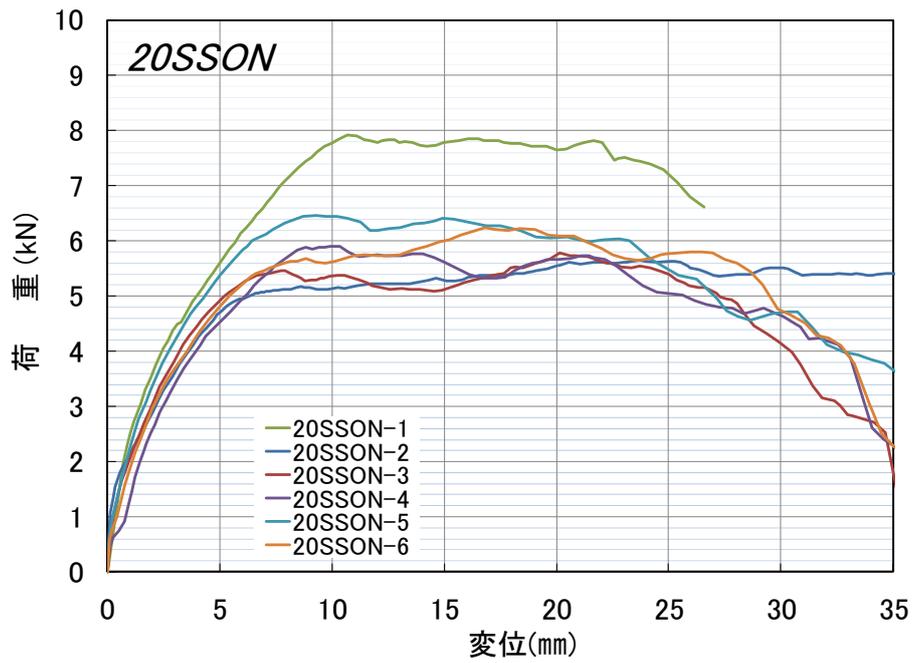


図 3.8.7-2 20SSON 荷重変位曲線



写真 3.8.7-1 金物の離間



写真 3.8.7-2 4体目 木材の割れ

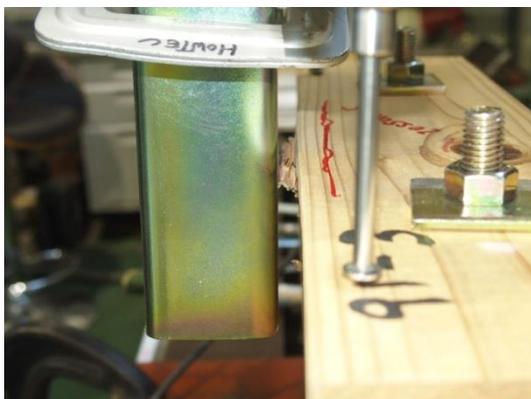


写真 3.8.7-3 5体目 木材の割れ



写真 3.8.7-4 1, 2体目の破壊性状



写真 3.8.7-5 3体目の破壊性状

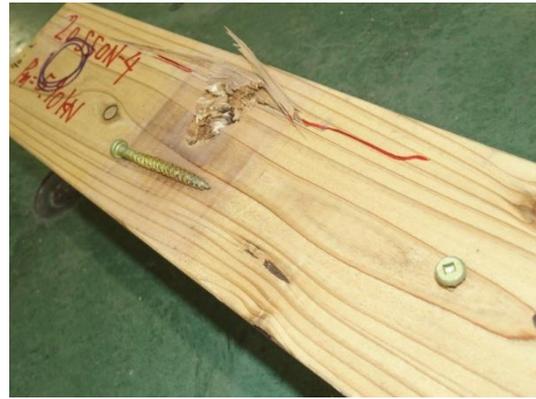


写真 3.8.7-6 4体目の破壊性状
木材の割れ



写真 3.8.7-7 5体目の破壊性状
木材の割れ



写真 3.8.7-8 6体目の破壊性状



3.8.8 20SS0S

部材記号 V

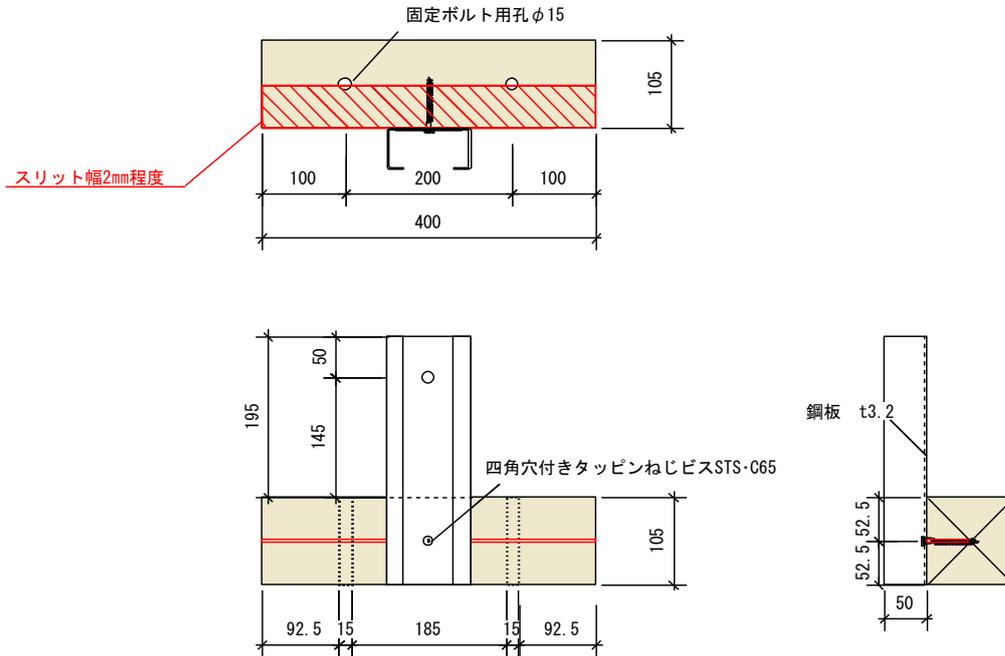


図 3.8.8-1 鋼板添え板ビス接合繊維直角方向一面せん断（スリット有り）20SS0S
試験体図

表 3.8.8-1 20SS0S 特性値一覧

項目	試験体記号	20SS0S						平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
		1	2	3	4	5	6					
1/10Pm (kN)		0.58	0.68	0.69	0.56	0.59	0.61	0.62	0.05			
1/10 δ m (mm)		0.02	0.25	0.93	0.05	0.60	0.76	0.44	0.38			
2/5Pm (kN)		2.33	2.74	2.76	2.23	2.37	2.44	2.48	0.22			
2/5 δ m (mm)		0.75	3.38	3.64	1.41	2.13	3.06	2.40	1.16			
1/2Pm (kN)		2.91	3.42	3.45	2.79	2.96	3.05	3.10	0.28			
1/2 δ m (mm)		1.34	4.41	4.57	2.20	2.66	4.00	3.20	1.32			
2/3Pm (kN)		3.88	4.56	4.60	3.72	3.94	4.06	4.13	0.37	0.090	0.790	3.3
2/3 δ m (mm)		2.58	6.38	6.49	3.86	3.98	5.83	4.85	1.61			
9/10Pm (kN)		5.23	6.16	6.21	5.03	5.32	5.49	5.57	0.50			
9/10 δ m (mm)		5.92	12.24	9.92	9.06	12.02	9.70	9.81	2.30			
Pm (kN)		5.82	6.85	6.90	5.59	5.92	6.10	6.20	0.55			
δ m (mm)		16.92	17.53	13.38	15.37	18.00	27.26	18.08	4.80			
δ u時荷重 (kN)		4.65	5.99	5.52	4.47	4.73	6.02	5.23	0.70			
δ u (mm)		27.38	30.00	24.37	25.80	24.65	30.00	27.03	2.53			
降伏耐力 Py (kN)		3.05	4.49	3.78	3.22	4.11	3.50	3.69	0.55	0.149	0.652	2.4
δ y (mm)		1.50	6.21	5.10	2.94	4.42	4.84	4.17	1.68			
終局耐力 Pu (kN)		5.39	6.30	6.40	5.17	5.42	5.74	5.74	0.51	0.089	0.792	4.5
初期剛性 K (kN/mm)		2.03	0.72	0.74	1.10	0.93	0.72	1.04	0.51			
降伏点変位 δ v (mm)		2.66	8.75	8.65	4.70	5.83	7.97	6.43	2.46			
塑性率 μ = δ u / δ v		10.29	3.43	2.82	5.49	4.23	3.76	5.00	2.74			
構造特性係数 Ds		0.23	0.41	0.46	0.32	0.37	0.39	0.36	0.08			

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

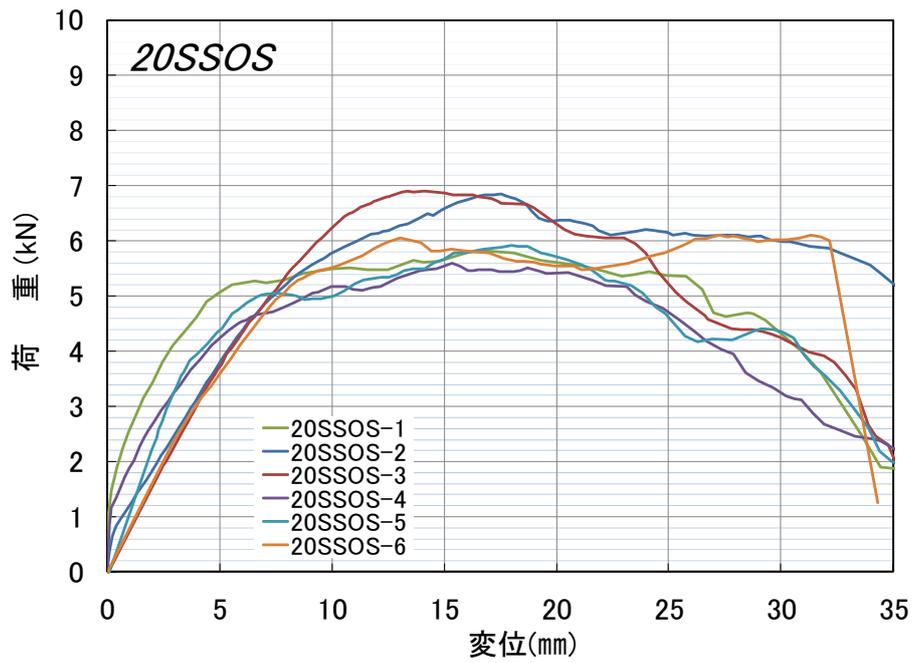


図 3.8.8-2 20SSOS 荷重変位曲線



写真 3.8.8-1 試験後の様子(スリットに沿って割れ発生)

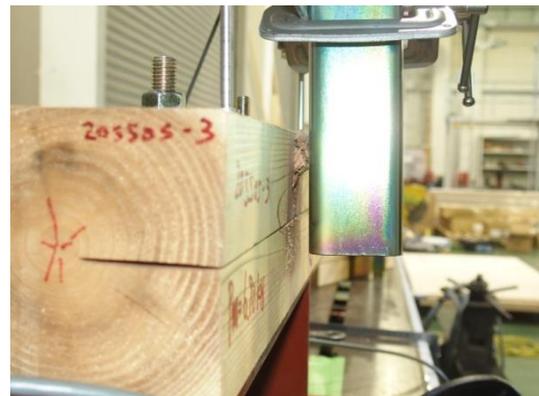


写真 3.8.8-2 金物の離間



写真 3.8.8-3 1体目の破壊性状

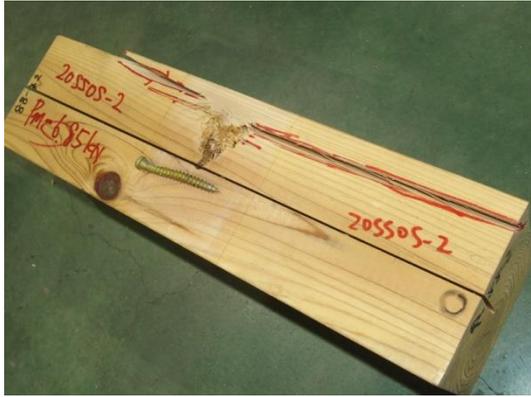


写真 3.8.8-4 2 体目の破壊性状
木材の割れ

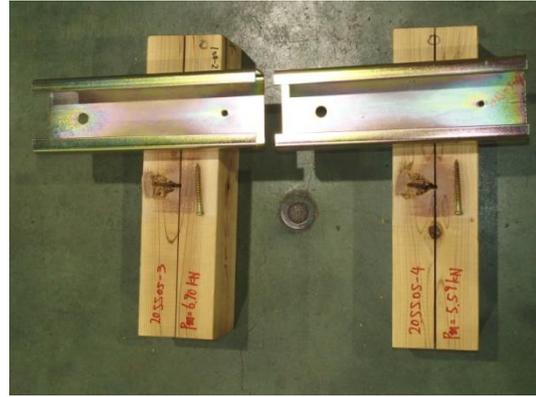


写真 3.8.8-5 3、4 体目の破壊性状



写真 3.8.8-6 5 体目の破壊性状



写真 3.8.8-7 6 体目の破壊性状
木材の割れ

3.8.9 20STON

部材記号 W

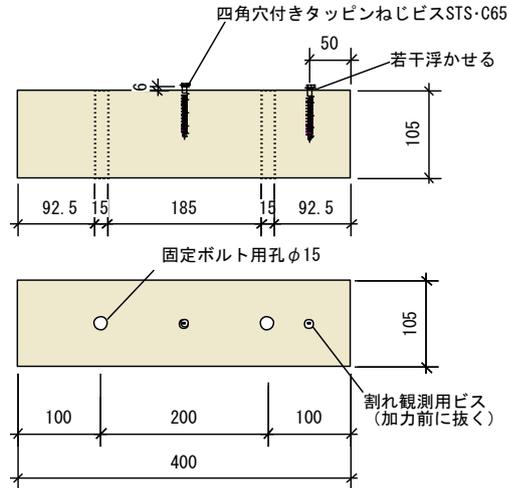


図 3.8.9-1 ビス接合引き抜き（スリット無し）20STON 試験体図

表 3.8.9-1 20STON 特性値一覧

項目	試験体記号	20STON						平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
		1	2	3	4	5	6					
1/10Pm (kN)		0.58	0.62	0.68	0.71	0.64	0.70	0.66	0.05			
1/10 δ m (mm)		0.05	0.04	0.07	0.06	0.05	0.06	0.06	0.01			
2/5Pm (kN)		2.32	2.49	2.71	2.82	2.55	2.79	2.61	0.19			
2/5 δ m (mm)		0.19	0.15	0.29	0.22	0.19	0.25	0.22	0.05			
1/2Pm (kN)		2.90	3.11	3.39	3.53	3.19	3.49	3.27	0.24			
1/2 δ m (mm)		0.24	0.20	0.36	0.28	0.24	0.31	0.27	0.06			
2/3Pm (kN)		3.87	4.14	4.52	4.70	4.26	4.66	4.36	0.33	0.076	0.822	3.6
2/3 δ m (mm)		0.35	0.28	0.49	0.39	0.34	0.43	0.38	0.07			
9/10Pm (kN)		5.23	5.59	6.11	6.35	5.75	6.29	5.89	0.44			
9/10 δ m (mm)		0.57	0.48	0.73	0.62	0.55	0.65	0.60	0.09			
Pm (kN)		5.81	6.22	6.79	7.06	6.39	6.99	6.54	0.49			
δ m (mm)		0.87	0.78	0.98	1.08	0.86	1.03	0.93	0.11			
δ u時荷重 (kN)		4.64	4.97	5.43	5.65	5.11	5.59	5.23	0.39			
δ u (mm)		2.50	2.31	2.13	2.56	2.39	2.04	2.32	0.20			
降伏耐力 Py (kN)		3.10	3.53	4.37	4.22	3.54	4.42	3.86	0.55	0.142	0.668	2.6
δ y (mm)		0.26	0.23	0.47	0.34	0.27	0.40	0.33	0.09			
終局耐力 Pu (kN)		5.36	5.79	6.19	6.54	5.86	6.49	6.04	0.45	0.075	0.825	5.0
初期剛性 K (kN/mm)		11.92	15.35	9.30	12.41	13.11	11.05	12.19	2.03			
降伏点変位 δ v (mm)		0.45	0.38	0.67	0.53	0.45	0.59	0.51	0.11			
塑性率 $\mu = \delta u / \delta v$		5.56	6.08	3.18	4.83	5.31	3.46	4.74	1.17			
構造特性係数 Ds		0.31	0.30	0.43	0.34	0.32	0.41	0.35	0.05			

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

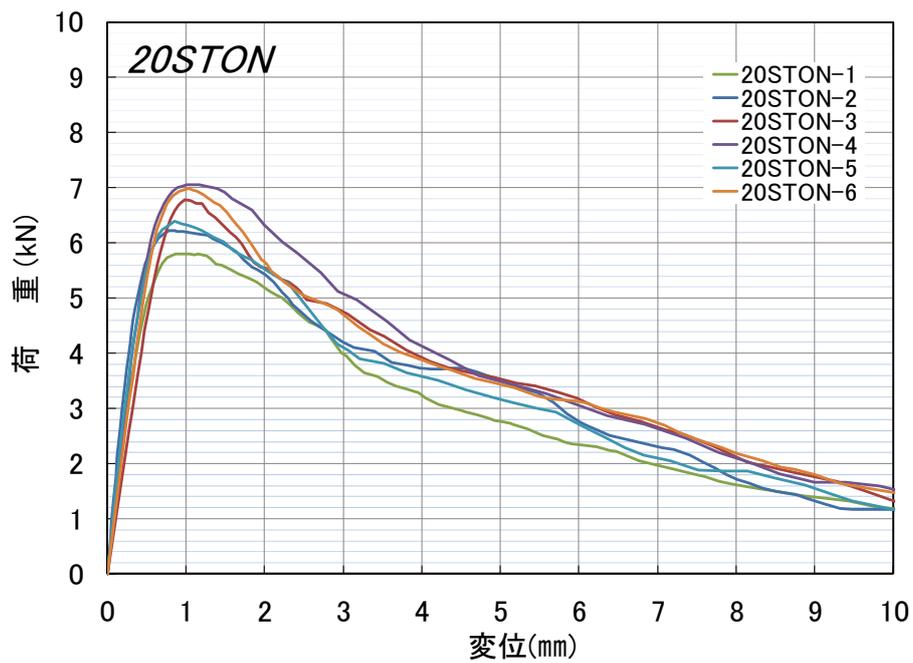


図 3.8.9-2 20STON 荷重変位曲線

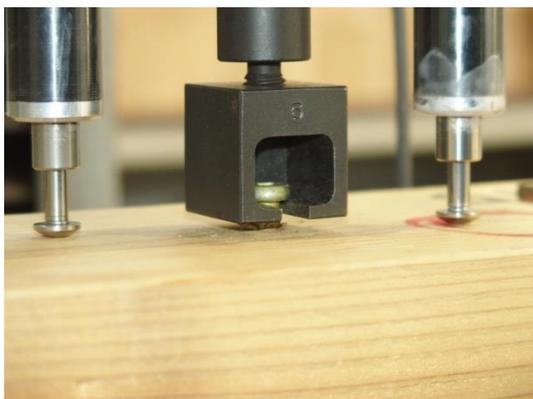


写真 3.8.9-1 試験前の様子



写真 3.8.9-2 1、2 体目の破壊性状



写真 3.8.9-3 3、4 体目の破壊性状



写真 3.8.9-4 5、6 体目の破壊性状

3.8.10 20STOS

部材記号 X

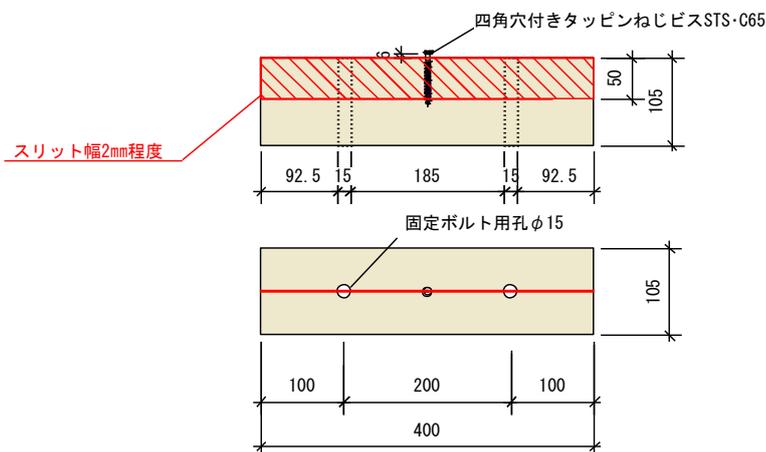


図 3.8.10-1 ビス接合引き抜き（スリット有り）20STOS 試験体図

表 3.8.10-1 20STOS 特性値一覧

項目	試験体記号	20STOS						平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
		1	2	3	4	5	6					
1/10Pm (kN)		0.58	0.52	0.51	0.43	0.48	0.47	0.50	0.05			
1/10 δ m (mm)		0.04	0.07	0.05	0.08	0.07	0.08	0.07	0.02			
2/5Pm (kN)		2.33	2.06	2.06	1.71	1.92	1.88	1.99	0.21			
2/5 δ m (mm)		0.17	0.26	0.21	0.32	0.28	0.31	0.26	0.06			
1/2Pm (kN)		2.92	2.58	2.57	2.13	2.40	2.35	2.49	0.27			
1/2 δ m (mm)		0.22	0.33	0.28	0.40	0.35	0.39	0.33	0.07			
2/3Pm (kN)		3.89	3.44	3.43	2.84	3.20	3.13	3.32	0.36	0.108	0.748	2.5
2/3 δ m (mm)		0.31	0.45	0.40	0.54	0.47	0.51	0.45	0.08			
9/10Pm (kN)		5.25	4.64	4.63	3.84	4.32	4.23	4.49	0.48			
9/10 δ m (mm)		0.50	0.67	0.60	0.78	0.67	0.73	0.66	0.10			
Pm (kN)		5.84	5.16	5.15	4.26	4.79	4.69	4.98	0.54			
δ m (mm)		0.80	1.00	0.90	1.09	0.97	1.02	0.96	0.10			
δ u時荷重 (kN)		4.67	4.12	4.12	3.41	3.84	3.76	3.99	0.43			
δ u (mm)		1.40	1.81	2.37	2.30	1.61	1.82	1.89	0.38			
降伏耐力 Py (kN)		3.34	3.00	2.41	2.77	3.47	3.29	3.05	0.40	0.131	0.694	2.1
δ y (mm)		0.26	0.38	0.26	0.52	0.51	0.54	0.41	0.13			
終局耐力 Pu (kN)		5.39	4.72	4.70	4.00	4.48	4.38	4.61	0.46	0.100	0.766	3.5
初期剛性 K (kN/mm)		12.85	7.89	9.27	5.33	6.80	6.09	8.04	2.73			
降伏点変位 δ v (mm)		0.42	0.60	0.51	0.75	0.66	0.72	0.61	0.13			
塑性率 $\mu = \delta u / \delta v$		3.33	3.02	4.65	3.07	2.44	2.53	3.17	0.80			
構造特性係数 Ds		0.42	0.45	0.35	0.44	0.51	0.50	0.45	0.06			

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

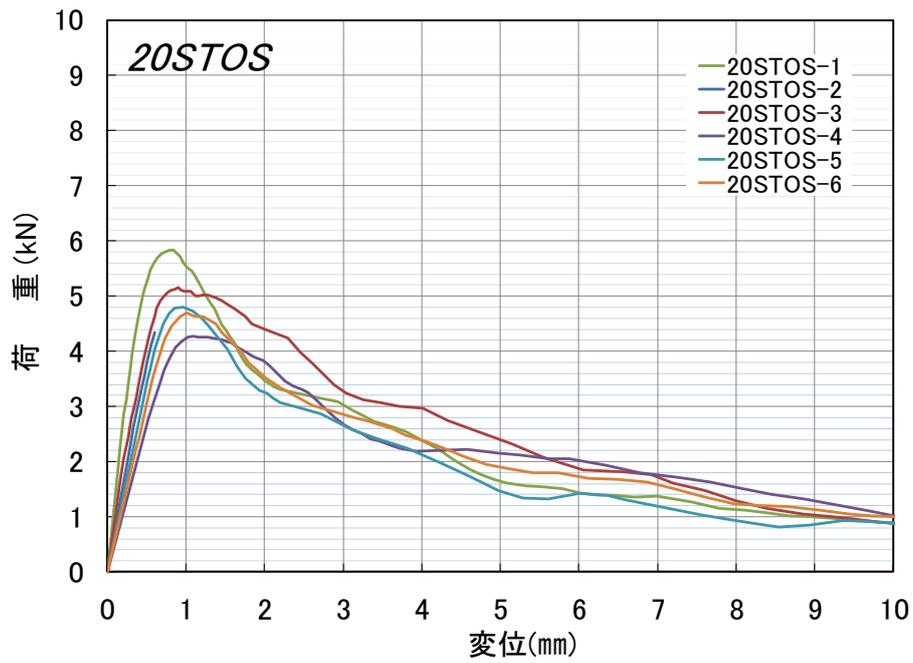


図 3.8.10-2 20STOS 荷重変位曲線



写真 3.8.10-1 試験後の様子

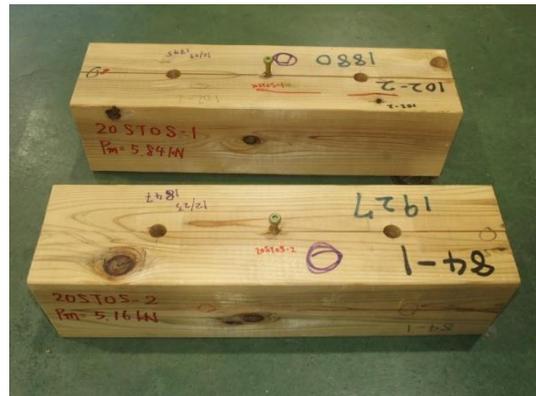


写真 3.8.10-2 1、2 体目の破壊性状



写真 3.8.10-3 3、4 体目の破壊性状

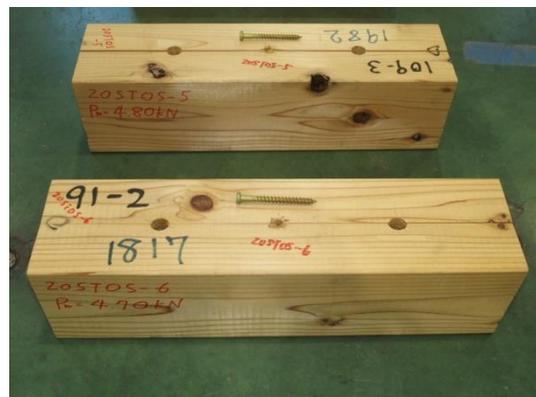


写真 3.8.10-4 5、6 体目の破壊性状

3.8.11 20 DSPN

部材記号 Y

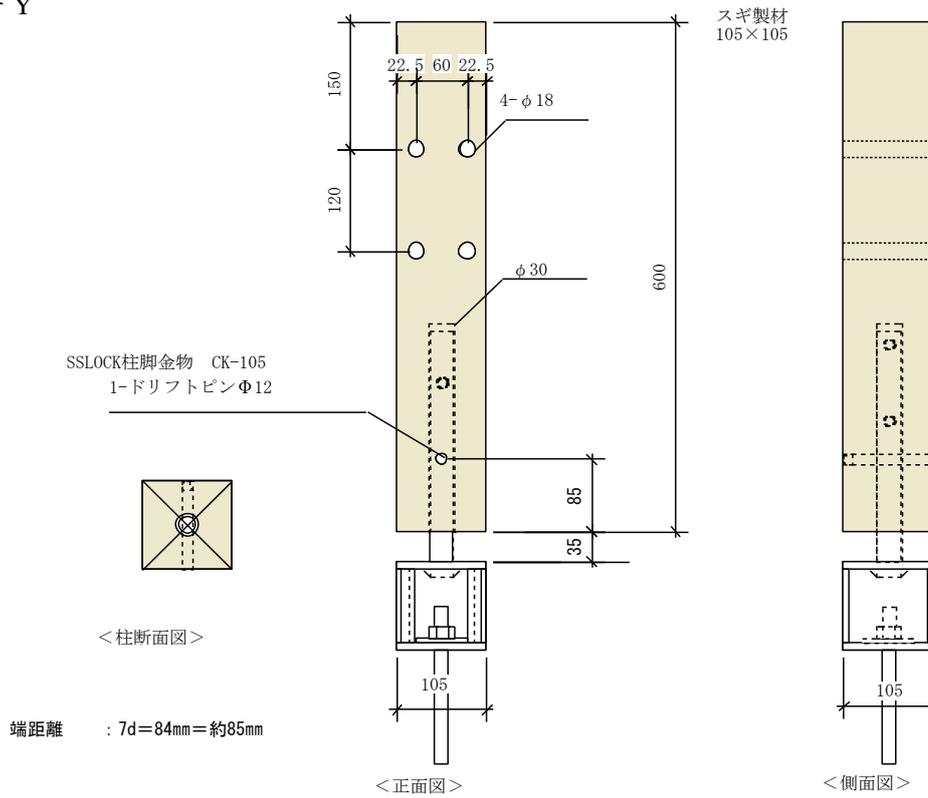


図 3.8.11-1 鋼棒挿入ドリフトピン接合二面せん断（スリット無し） 20DSPN 試験体図

表 3.8.11-1 20DSPN 特性値一覧

項目	試験体記号						20DSPN	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
	1	2	3	4	5	6						
1/10Pm (kN)	2.23	2.75	2.46	2.41	2.23	2.55	2.44	0.20				
1/10 δ m (mm)	0.07	0.07	0.07	0.12	0.17	0.05	0.09	0.04				
2/5Pm (kN)	8.93	10.98	9.84	9.62	8.92	10.19	9.75	0.79				
2/5 δ m (mm)	0.47	0.55	0.46	0.56	0.54	0.49	0.51	0.04				
1/2Pm (kN)	11.16	13.73	12.30	12.03	11.15	12.74	12.19	0.99				
1/2 δ m (mm)	0.60	0.75	0.65	0.73	0.66	0.68	0.68	0.05				
2/3Pm (kN)	14.88	18.30	16.39	16.04	14.87	16.99	16.25	1.31	0.081	0.811	13.2	
2/3 δ m (mm)	1.04	1.11	1.35	1.03	0.88	1.04	1.08	0.15				
9/10Pm (kN)	20.09	24.71	22.13	21.65	20.07	22.93	21.93	1.77				
9/10 δ m (mm)	1.82	2.15	2.41	1.71	1.90	1.92	1.99	0.25				
Pm (kN)	22.32	27.45	24.59	24.06	22.30	25.48	24.37	1.97				
δ m (mm)	2.75	8.45	4.33	2.43	2.66	4.13	4.13	2.27				
δ u時荷重 (kN)	22.32	27.45	24.33	24.06	17.84	25.48	23.58	3.28				
δ u (mm)	2.75	8.45	4.58	2.43	3.02	4.13	4.23	2.23				
降伏耐力 Py (kN)	13.04	16.67	13.19	13.72	15.58	14.05	14.38	1.45	0.101	0.764	11.0	
δ y (mm)	0.75	0.96	0.73	0.84	0.93	0.79	0.83	0.09				
終局耐力 Pu (kN)	20.06	26.46	22.07	21.91	19.43	23.99	22.32	2.59	0.116	0.729	16.3	
初期剛性 K (kN/mm)	17.39	17.36	18.07	16.33	16.75	17.78	17.28	0.64				
降伏点変位 δ v (mm)	1.15	1.52	1.22	1.34	1.16	1.35	1.29	0.14				
塑性率 $\mu = \delta u / \delta v$	2.39	5.56	3.75	1.81	2.60	3.06	3.20	1.33				
構造特性係数 Ds	0.51	0.31	0.39	0.62	0.49	0.44	0.46	0.11				

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

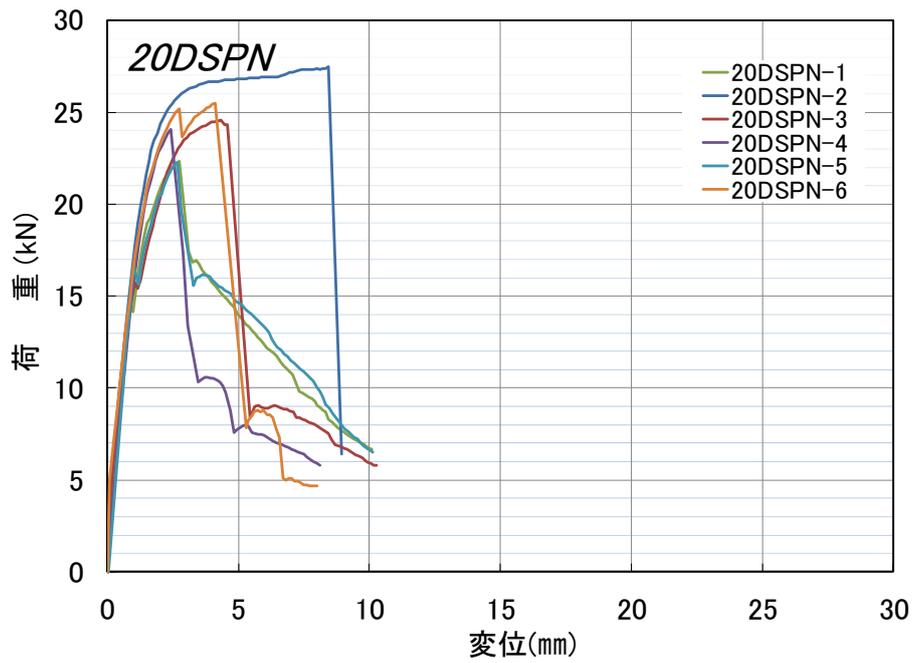


図 3.8.11-2 20DSPN 荷重変位曲線

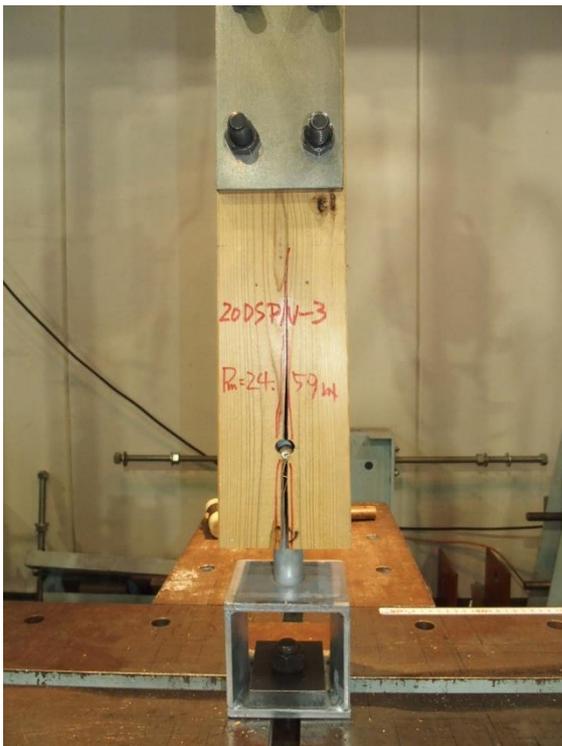


写真 3.8.11-1 3 体目 割裂破壊



写真 3.8.11-2 6 体目 押し抜きせん断破壊



写真 3.8.11-3 1 体目の破壊性状



写真 3.8.11-4 2 体目の破壊性状



写真 3.8.11-5 3 体目の破壊性状



写真 3.8.11-6 4 体目の破壊性状



写真 3.8.11-5 5 体目の破壊性状



写真 3.8.11-6 6 体目の破壊性状

3.8.12 20 DSPS

部材記号 Z

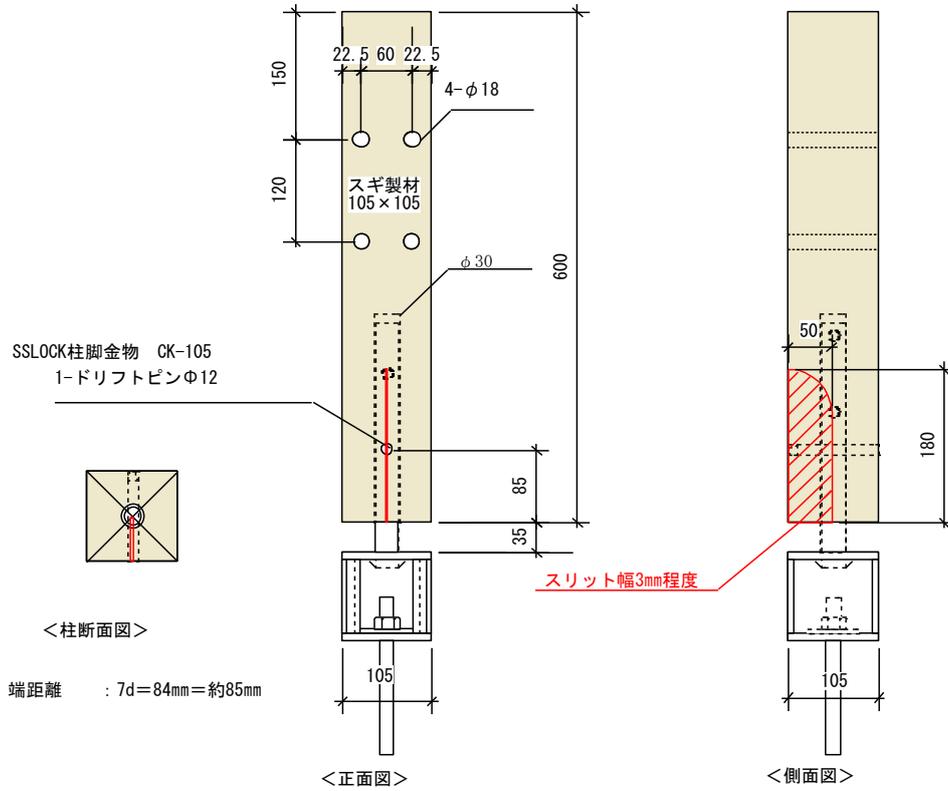


図 3.8.12-1 鋼棒挿入ドリフトピン接合二面せん断（スリット有り） 20DSPS 試験体図

表 3.8.12-1 20DSPS 特性値一覧

項目	試験体記号						20DSPS	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
	1	2	3	4	5	6						
1/10Pm (kN)	2.07	1.62	1.81	1.65	1.57	1.71	1.74	0.18				
1/10 δ m (mm)	0.27	0.12	0.11	0.18	0.14	0.40	0.20	0.11				
2/5Pm (kN)	8.30	6.49	7.23	6.61	6.28	6.84	6.84	0.73				
2/5 δ m (mm)	0.88	0.47	0.45	0.57	0.56	0.73	0.61	0.17				
1/2Pm (kN)	10.37	8.11	9.04	8.27	7.85	8.56	8.70	0.91				
1/2 δ m (mm)	1.08	0.59	0.57	0.70	0.70	0.84	0.75	0.19				
2/3Pm (kN)	13.83	10.81	12.05	11.02	10.47	11.41	11.60	1.22	0.105	0.755	8.8	
2/3 δ m (mm)	1.52	0.80	0.80	0.93	1.00	1.04	1.02	0.27				
9/10Pm (kN)	18.67	14.60	16.26	14.88	14.13	15.40	15.66	1.65				
9/10 δ m (mm)	2.59	1.19	1.48	1.34	1.77	1.37	1.62	0.51				
Pm (kN)	20.74	16.22	18.07	16.53	15.70	17.11	17.40	1.83				
δ m (mm)	4.25	1.41	2.13	1.63	2.93	1.57	2.32	1.10				
δ u時荷重 (kN)	20.60	12.98	14.46	16.53	15.01	17.11	16.12	2.65				
δ u (mm)	5.28	4.07	3.39	1.63	4.25	1.57	3.37	1.50				
降伏耐力 Py (kN)	12.39	9.84	11.20	10.78	9.53	10.58	10.72	1.02	0.095	0.778	8.3	
δ v (mm)	1.32	0.72	0.72	0.91	0.87	0.98	0.92	0.22				
終局耐力 Pu (kN)	19.59	14.46	15.92	14.74	14.88	11.76	15.23	2.55	0.167	0.610	9.3	
初期剛性 K (kN/mm)	9.39	13.67	15.56	11.85	10.95	10.80	12.04	2.23				
降伏点変位 δ v (mm)	2.09	1.06	1.02	1.24	1.36	1.09	1.31	0.40				
塑性率 μ = δ u / δ v	2.53	3.84	3.32	1.31	3.13	1.44	2.60	1.03				
構造特性係数 Ds	0.50	0.39	0.42	0.79	0.44	0.73	0.55	0.17				

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

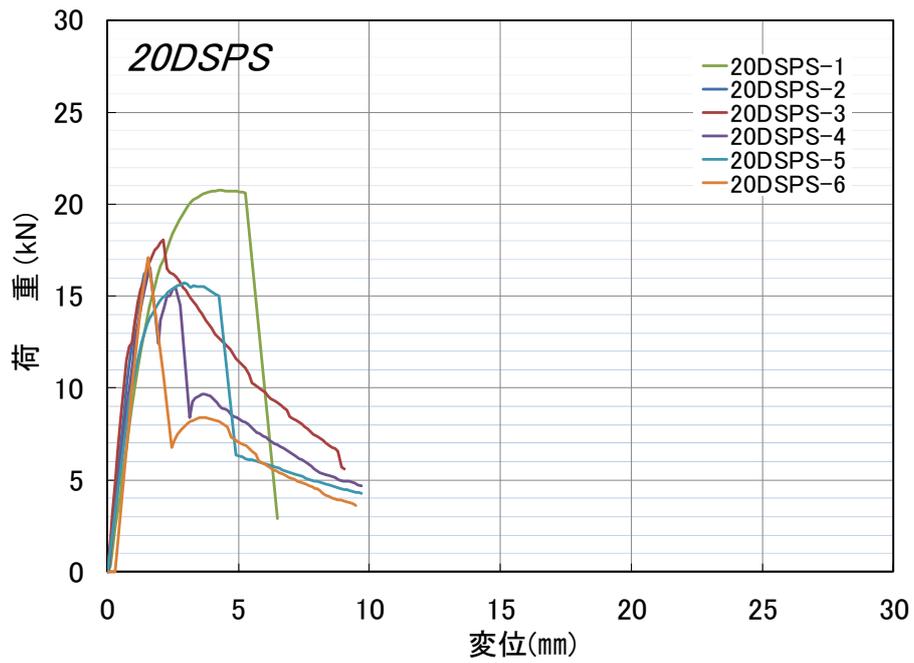


図 3.8.12-2 20DSPS 荷重変位曲線



写真 3.8.12-1 3 体目 割裂破壊



写真 3.8.12-2 5 体目 押し抜きせん断破壊

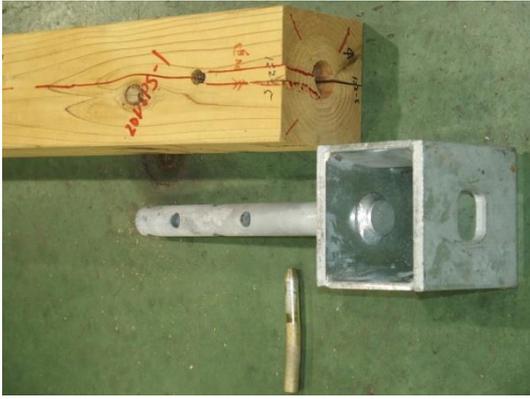


写真 3.8.12-3 1 体目 押し抜きせん断破壊

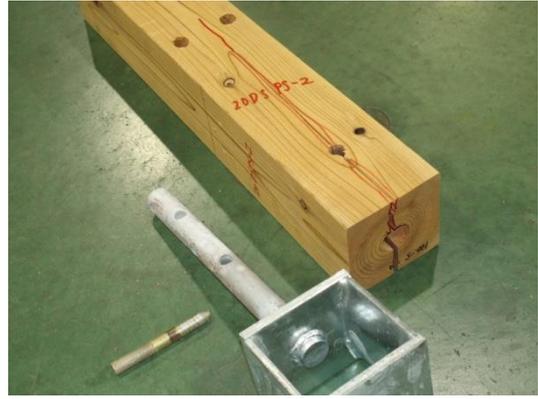


写真 3.8.12-4 2 体目 割裂破壊



写真 3.8.12-5 3 体目 割裂破壊



写真 3.8.12-6 4 体目 押し抜きせん断破壊



写真 3.8.12-7 5 体目 押し抜きせん断破壊



写真 3.8.12-8 6 体目 押し抜きせん断破壊

3.8.13 20 BSPN

部材記号 AA

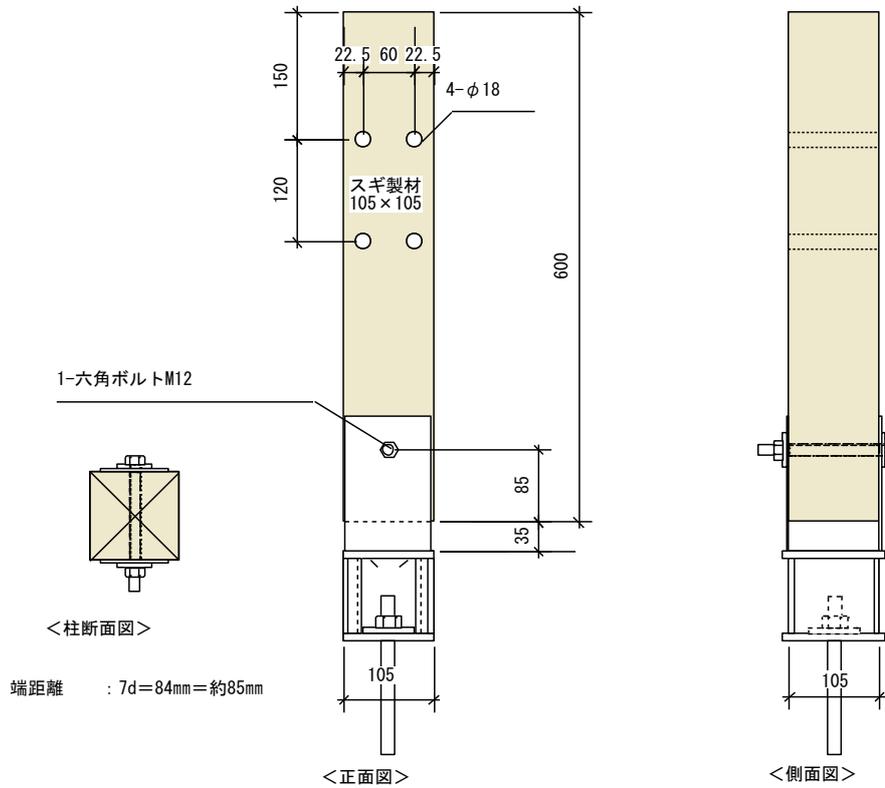


図 3.8.13-1 鋼板添え板ボルト接合二面せん断（スリット無し） 20BSPN 試験体図

表 3.8.13-1 20BSPN 特性値一覧

項目	試験体記号						20BSPN	1	2	3	4	5	6	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき 係数	5% 下限値
	1	2	3	4	5	6												
1/10Pm (kN)	2.57	3.00	3.78	2.69	2.86	2.98	2.98	0.43										
1/10 δ m (mm)	0.43	0.50	0.67	1.42	0.89	0.67	0.76	0.36										
2/5Pm (kN)	10.27	12.02	15.12	10.77	11.45	11.93	11.93	1.70										
2/5 δ m (mm)	1.49	1.69	2.32	2.26	1.83	1.73	1.89	0.33										
1/2Pm (kN)	12.84	15.02	18.91	13.46	14.31	14.91	14.91	2.13										
1/2 δ m (mm)	1.97	2.17	3.16	2.58	2.16	2.12	2.36	0.44										
2/3Pm (kN)	17.12	20.03	25.21	17.95	19.08	19.88	19.88	2.84	0.143	0.666	13.2							
2/3 δ m (mm)	3.00	3.17	5.59	3.25	2.87	2.90	3.46	1.05										
9/10Pm (kN)	23.11	27.04	34.03	24.23	25.76	26.84	26.84	3.84										
9/10 δ m (mm)	6.10	6.09	13.23	5.21	4.97	5.03	6.77	3.20										
Pm (kN)	25.68	30.04	37.81	26.92	28.62	29.82	29.82	4.26										
δ m (mm)	8.11	9.40	15.81	6.23	6.69	6.91	8.86	3.59										
δ u時荷重 (kN)	22.23	30.04	31.49	21.54	28.62	23.86	26.30	4.28										
δ u (mm)	9.30	9.40	16.60	9.29	6.69	8.71	10.00	3.39										
降伏耐力 Py (kN)	15.15	17.74	21.13	16.12	17.22	17.95	17.55	2.05	0.117	0.727	12.8							
δ y (mm)	2.48	2.67	3.81	2.95	2.56	2.56	2.84	0.50										
終局耐力 Pu (kN)	22.69	27.23	31.79	22.12	24.50	25.93	25.71	3.54	0.138	0.678	17.4							
初期剛性 K (kN/mm)	6.11	6.64	5.55	5.46	6.73	7.01	6.25	0.65										
降伏点変位 δ v (mm)	3.71	4.10	5.73	4.05	3.64	3.70	4.16	0.80										
塑性率 μ = δ u / δ v	2.51	2.29	2.90	2.29	1.84	2.35	2.36	0.34										
構造特性係数 Ds	0.50	0.53	0.46	0.53	0.61	0.52	0.53	0.05										

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

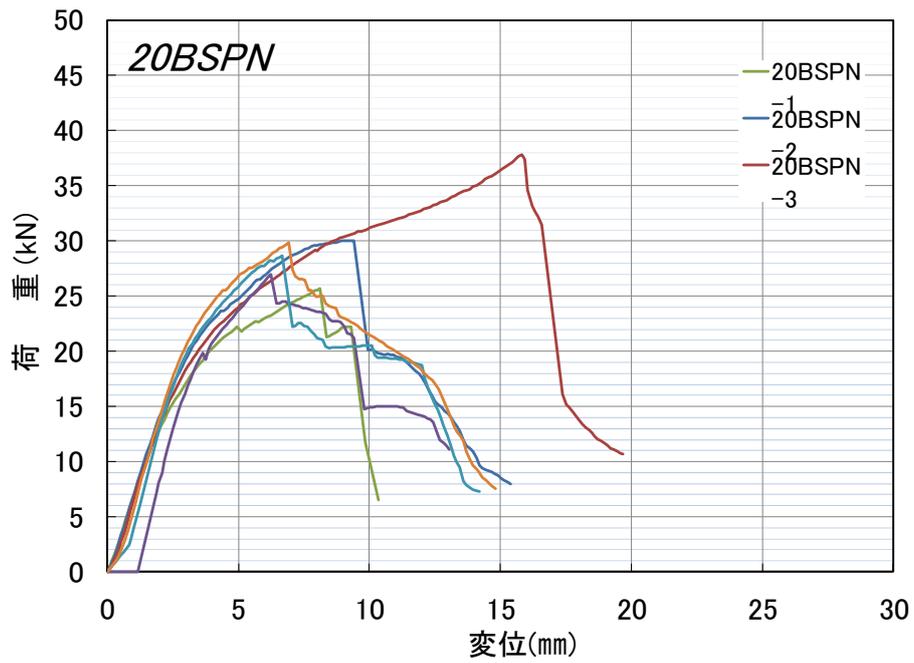


図 3.8.13-2 20BSPN 荷重変位曲線



写真 3.8.13-1 試験後の様子



写真 3.8.13-2 1 体目 押し抜きせん断破壊



写真 3.8.13-3 2 体目 割裂破壊



写真 3.8.13-4 3 体目 押し抜きせん断破壊



写真 3.8.13-5 4 体目 割裂破壊+押し抜きせん断破壊

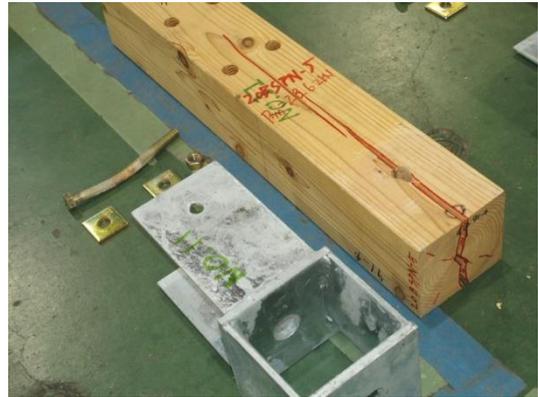


写真 3.8.13-6 5 体目 割裂破壊

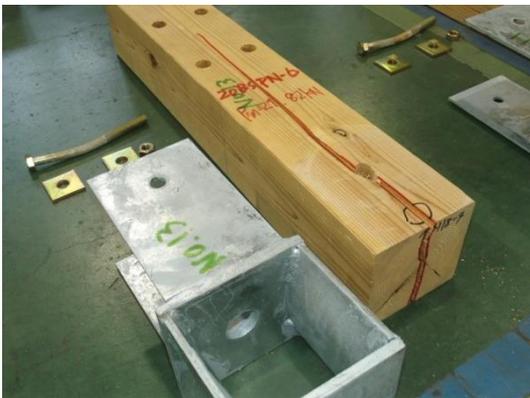


写真 3.8.13-7 6 体目 割裂破壊

3.8.14 20 BPS

部材記号 AB

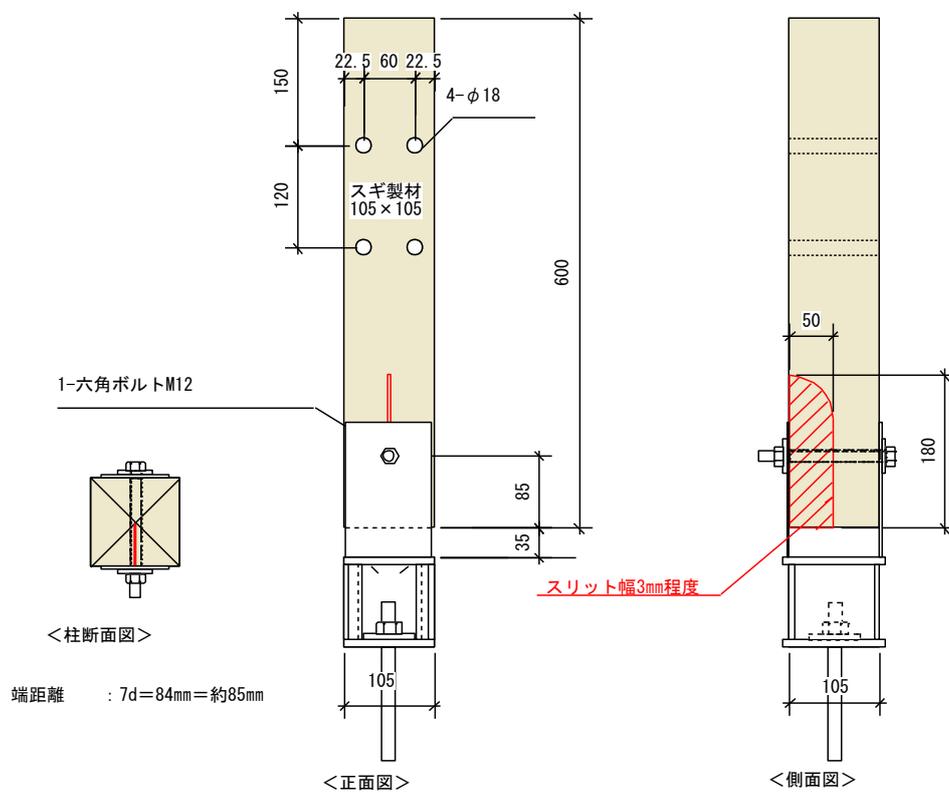


図 3.8.14-14 鋼板添え板ボルト接合二面せん断（スリット有り） 20BSPS 試験体図

表 3.8.14-14 20BSPS 特性値一覧

項目	20BSPS						平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数	5%下限値
	1	2	3	4	5	6					
1/10Pm (kN)	2.60	2.85	2.67	2.92	1.93	2.35	2.55	0.37			
1/10 δ m (mm)	0.99	0.93	0.59	1.10	0.71	0.92	0.87	0.19			
2/5Pm (kN)	10.40	11.42	10.68	11.68	7.72	9.42	10.22	1.46			
2/5 δ m (mm)	2.49	2.14	1.72	2.05	1.41	1.81	1.94	0.37			
1/2Pm (kN)	13.00	14.27	13.35	14.60	9.65	11.77	12.77	1.83			
1/2 δ m (mm)	3.07	2.61	2.13	2.51	1.65	2.17	2.36	0.49			
2/3Pm (kN)	17.33	19.03	17.79	19.46	12.87	15.69	17.03	2.44	0.143	0.666	11.3
2/3 δ m (mm)	4.28	3.96	3.01	3.60	2.15	2.84	3.31	0.79			
9/10Pm (kN)	23.40	25.69	24.02	26.27	17.37	21.19	22.99	3.29			
9/10 δ m (mm)	6.63	6.79	4.98	6.26	3.39	4.44	5.42	1.37			
Pm (kN)	26.00	28.54	26.69	29.19	19.30	23.54	25.54	3.65			
δ m (mm)	9.12	8.78	6.60	8.24	4.30	5.88	7.15	1.88			
δ u時荷重 (kN)	26.00	22.83	21.35	29.19	15.44	18.83	22.27	4.93			
δ u (mm)	9.12	11.12	8.83	8.24	6.18	6.48	8.33	1.83			
降伏耐力 Py (kN)	13.71	15.46	15.02	15.56	11.66	13.48	14.15	1.50	0.106	0.752	10.6
δ y (mm)	3.27	2.87	2.42	2.70	1.94	2.45	2.61	0.45			
終局耐力 Pu (kN)	22.84	24.09	23.40	24.33	16.23	20.39	21.88	3.11	0.142	0.668	14.6
初期剛性 K (kN/mm)	4.19	5.39	6.21	5.76	6.01	5.50	5.51	0.72			
降伏点変位 δ v (mm)	5.45	4.47	3.77	4.22	2.70	3.71	4.05	0.91			
塑性率 μ = δ u / δ v	1.67	2.49	2.34	1.95	2.29	1.75	2.08	0.34			
構造特性係数 Ds	0.65	0.50	0.52	0.59	0.53	0.63	0.57	0.06			

1/10Pm; 0.1Pmax時の荷重

1/10 δ m; 0.1Pmax時の変位

注) 最大荷重Pmは変位が30mmまでの荷重で最も大きいものとする。

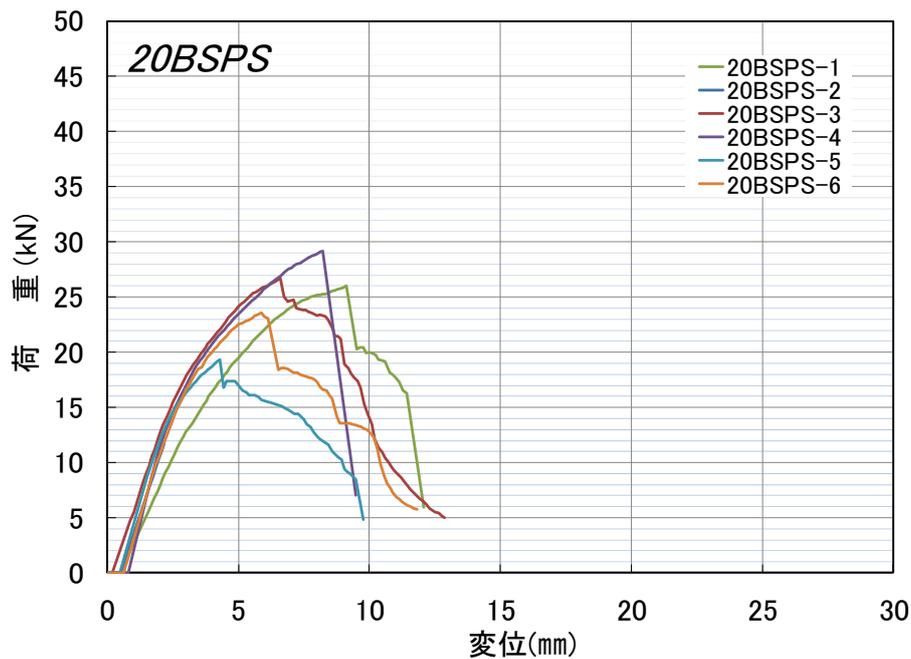


図 3.8.14-14 20BSPS 荷重変位曲線



写真 3.8.14-1 試験後の様子



写真 3.8.14-2 1体目 スリットの開き



写真 3.8.14-3 2体目 割裂破壊



写真 3.8.14-4 3体目 割裂破壊



写真 3.8.14-68 4体目 割裂破壊

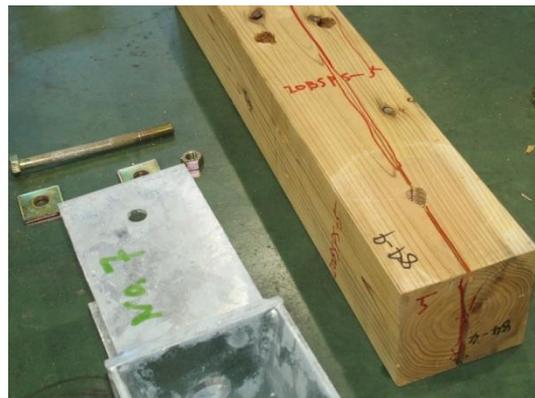


写真 3.8.14-69 5体目 割裂破壊



写真 3.8.14-70 6体目 割裂破壊

3.9 特性値の比較

3.9.1 くぎ接合繊維平行方向一面せん断接合の特性値の比較(図 3.9.1-1)

(1) KD15 と KD20-25 試験体の比較

降伏耐力及び終局耐力に有意差は見られなかった。

初期剛性は、スリットの有無に関わらず **KD20-25** の方が低い結果となった。剛性が低い要因としては、**KD15** 試験体が施工後すぐに実験を行ったのに対し、**KD20-25** は施工後、約4か月経過してから実験を行っているので、応力緩和の影響が考えられる。表 3.9.1-1 のとおり比重が小さいことも要因として考えられる。また、試験体を見る限り、乾燥割れは影響していない。

塑性率についても KD20-25の方が低い結果となったが、これは終局変位ではなく、初期剛性が低いことの影響を受けたものである。

(2) スリット無しとスリット無し試験体の比較

スリット有り (1.5~2 mm) は、スリット無しと比較して降伏耐力及び終局耐力が半分程度に低下することが分かった。スリットを入れるとばらつきは小さくなる傾向が見られた

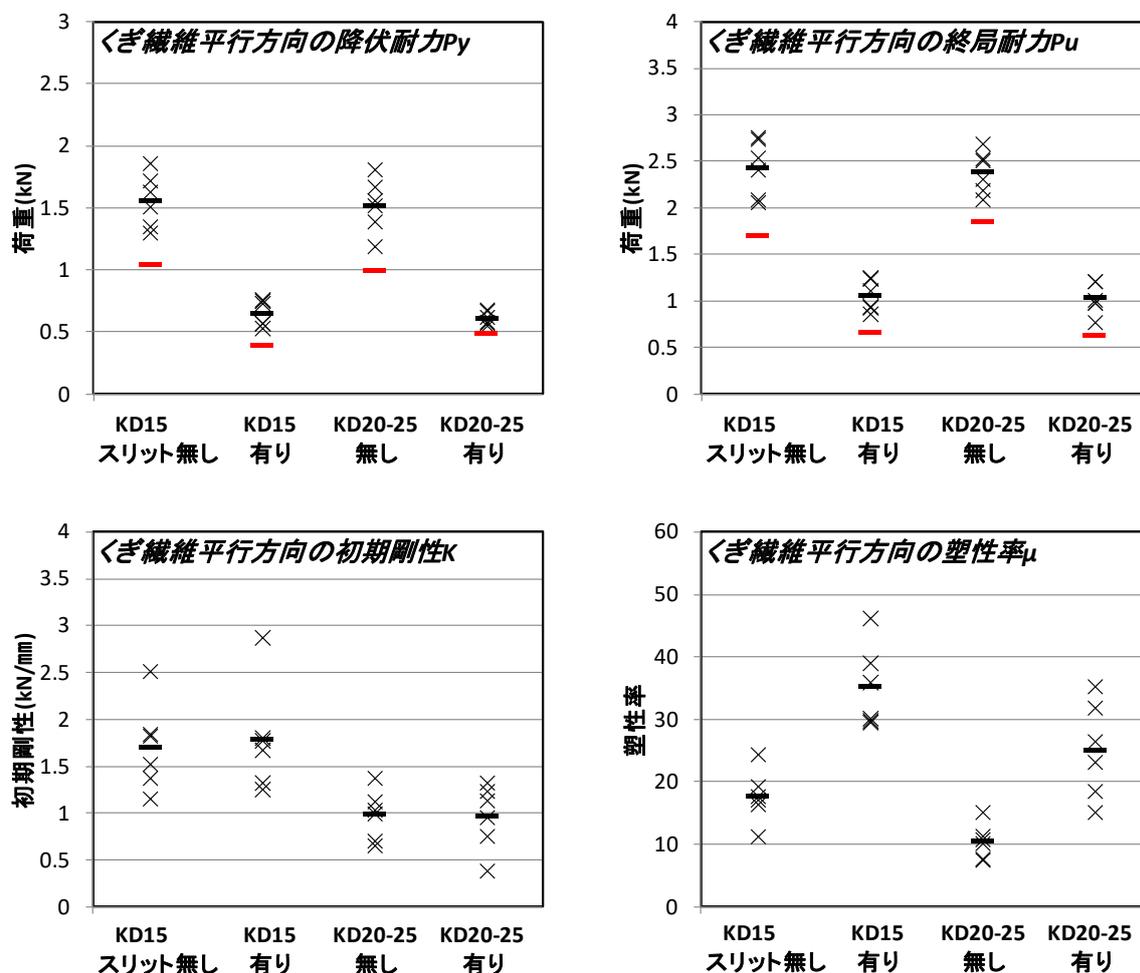


図 3.9.1-1 くぎ繊維平行方向の特性値

が、原因は不明である。事前予測では、スリットを入れると支圧面積が減少するため、初期剛性が低下するのではないかと考えていたが、実験ではその影響が見られなかった。

添え板が合板ではなく、鋼板が添え板の場合は有意差が見られた可能性がある。一方で塑性率についてはくぎが曲げ降伏しないため、スリットを設けた方が高い結果となった。

(3) 実設計へ向けて

構造用合板は繊維方向に一系列多数本にくぎが並ぶため、干割れが生じた場合に与える影響は無視できないと考えられる。降伏耐力及び終局耐力が 1/2 となることから安全側にせん断耐力に 1/2 を乗じて設計を行う等の配慮が望ましいと思われる。

表 3.9.1-1 各試験体の比重と含水率（平均）

		KD15	KD15	KD20-25	KD20-25
		スリット無	スリット有	スリット無	スリット有
製材	比重(平均値)	0.38	0.40	0.37	0.37
	含水率(平均値)(%)	9.31	10.12	10.92	11.26
合板	比重(平均値)	0.51	0.52	0.51	0.51

3.9.2 くぎ繊維直角方向の特性値(図 3.9.2-1)

(1) KD15 と KD20-25 試験体の比較

降伏耐力及び終局耐力に有意差は見られなかった。

初期剛性についてはスリット有り仕様では有意差が見られなかったが、スリット無し仕様の場合は KD20-25 の方が低くなる結果となった。初期剛性が低い要因としては、KD15 試験体が施工後すぐに実験を行ったのに対し、KD20-25 は施工後、約 4 か月経過してから実験を行っているため、応力緩和の影響が考えられる。表 3.9.2-1 のとおり比重が小さいことも要因として考えられる。また、試験体を見る限り、乾燥割れは影響していない。

また両者の包絡線の形状は明らかに異なっており(図 3.9.2-2)、KD20-25 は降伏後徐々に荷重が上がっていく結果となった。

塑性率についても KD20-25 の方が低い結果となったが、これは終局変位ではなく、初期剛性が低いことの影響を受けたものである。

(2) スリット無しとスリット有り試験体の比較

くぎ繊維直角方向は繊維平行方向と比べると、降伏耐力及び終局耐力の低下率が低く、一割程度の低下となった。

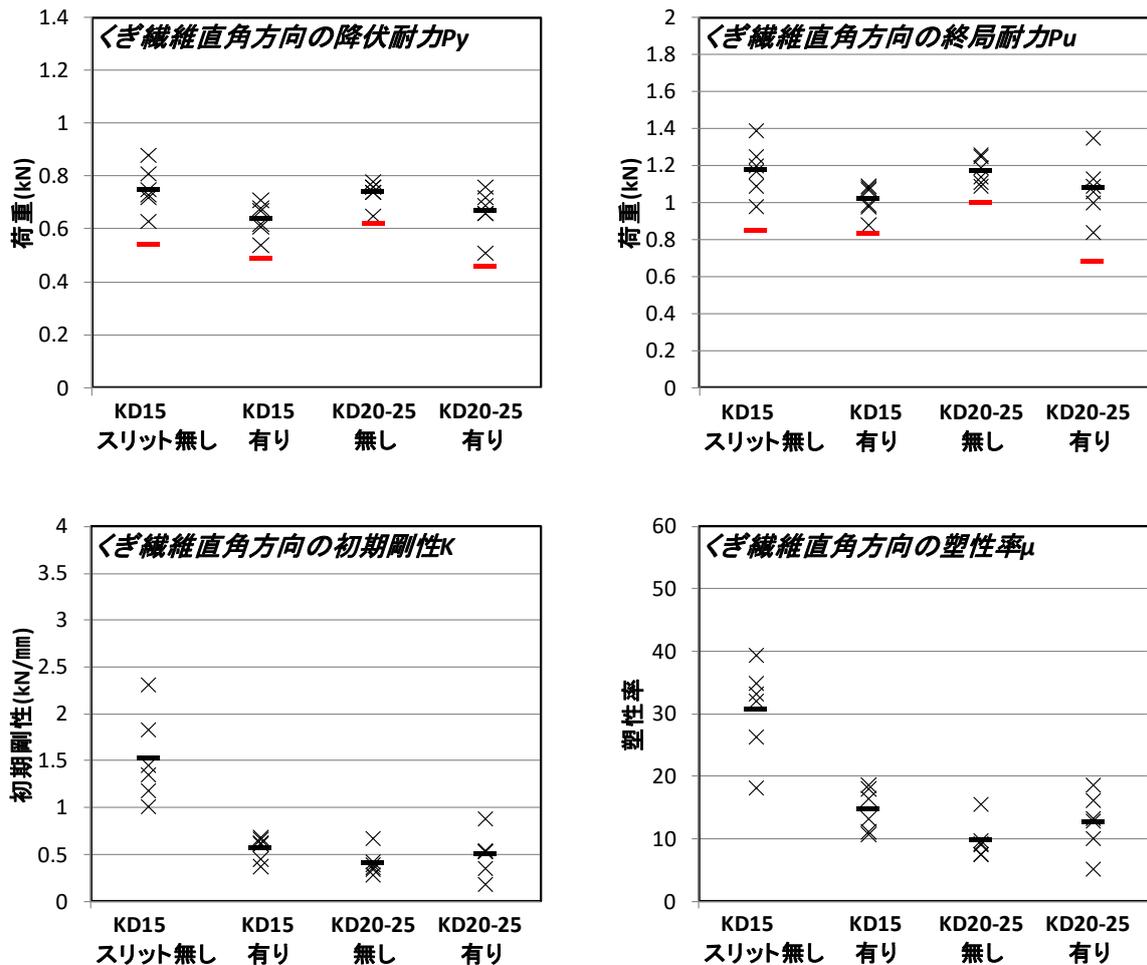


図 3.9.2-1 くぎ繊維直角方向の特性値

KD15 の初期剛性はスリット有りが無しの 1/3 程度、塑性率は 1/2 程度に低下する結果となったが KD20-25 の方は違いが見られなかった。

表 3.9.2-1 各試験体の比重と含水率（平均）

		KD15	KD15	KD20-25	KD20-25
		スリット無	スリット有	スリット無	スリット有
製材	比重(平均値)	0.40	0.39	0.38	0.38
	含水率(平均値)(%)	10.37	9.99	11.81	10.83
合板	比重(平均値)	0.51	0.51	0.52	0.50

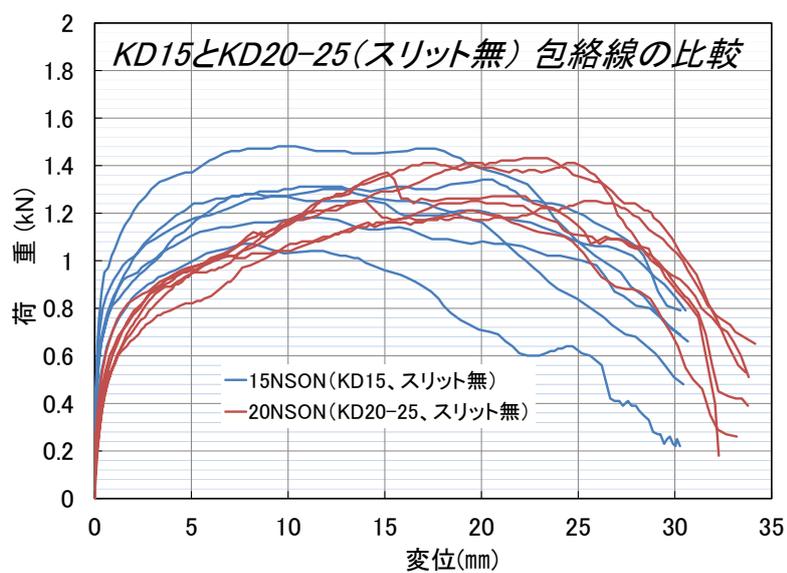


図 3.9.2-2 KD15 と KD20-25 (スリット無) 包絡線の比較

3.9.3 ビス繊維平行方向の特性値(図 3.9.3-1)

(1) KD15 と KD20-25 試験体の比較

降伏耐力及び終局耐力に有意差は見られなかった。

初期剛性及び塑性率はスリットの有無に関わらず KD20-25 の方が低くなる結果となった。

剛性が低い要因としては、くぎ繊維方向と同様に KD15 試験体が施工後すぐに実験を行ったのに対し、KD20-25 は施工後、約 4 か月経過してから実験を行っているため、応力緩和の影響が考えられる。表 3.9.3-1 のとおり比重が小さく、含水率が高いことも要因として考えられる。また、試験体を見る限り、乾燥割れは影響していない。

塑性率についても KD20-25 の方が低い結果となったが、これは終局変位ではなく、初期剛性が低いことの影響を受けたものである。

(2) スリット無しとスリット有り試験体の比較

くぎ繊維平行方向と同じく、スリット有りはスリット無しに比べて降伏耐力及び終局耐力が半分程度になることが分かった。

初期剛性については、KD15 試験体におけるスリット有りの一部の試験体がスリット無しよりも高い数値の試験体があったがその原因は不明である。

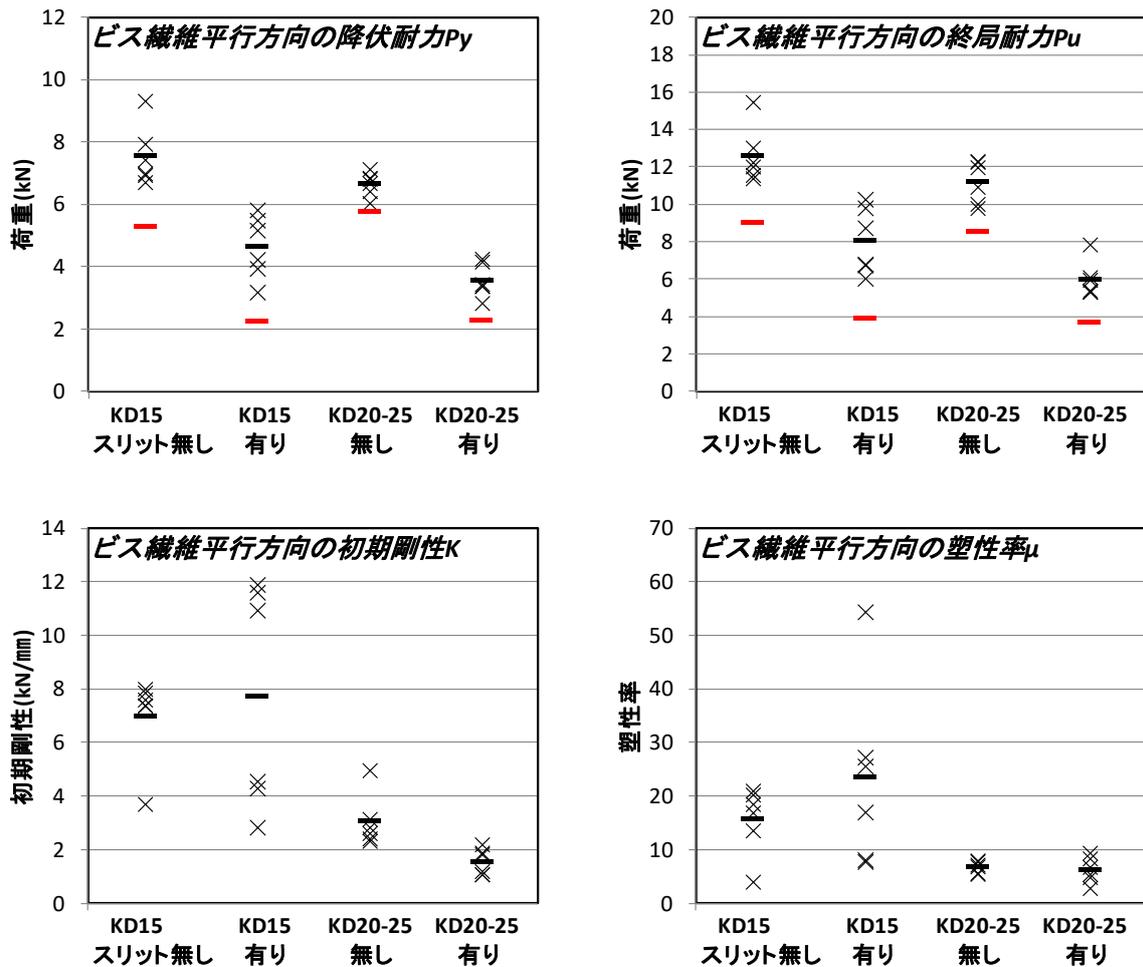


図 3.9.3-1 ビス繊維平行方向の特性値

(3) 実設計へ向けて

当該接合部は柱脚のホールダウン金物等を想定している。一般のホールダウン金物の設計ではビス配置を繊維方向にランダム配置する傾向にあるので、乾燥割れと接合具の位置が一致してしまった場合の実性能に与える影響は比較的小さいと考えられる。

表 3.9.3-1 各試験体の比重と含水率 (平均)

		KD15	KD15	KD20-25	KD20-25
		スリット無	スリット有	スリット無	スリット有
製材	比重(平均値)	0.39	0.39	0.39	0.37
	含水率(平均値)(%)	8.99	7.55	13.32	12.47

3.9.4 ビス繊維直角方向の特性値(図 3.9.4-1)

(1) KD15 と KD20-25 試験体の比較

破壊性状を見ると KD20-25 試験体には木材の割裂破壊がいくつか見られたが、降伏耐力や終局耐力に有意差は見られなかった。初期剛性は KD20-25 試験体の方が低くなる結果となった。剛性が低い要因としては、くぎ繊維方向と同様に KD15 試験体が施工後すぐに実験を行ったのに対し、KD20-25 は施工後、約 4 か月経過してから実験を行っているので、応力緩和の影響が考えられる。表 3.9.4-1 のとおり比重が小さいことも要因として考えられる。また、試験体を見る限り、乾燥割れは影響していない。

(2) スリット無しとスリット有り試験体の比較

降伏耐力や終局耐力に有意差は見られなかった。初期剛性はスリット有りの方が低くなる結果となった。

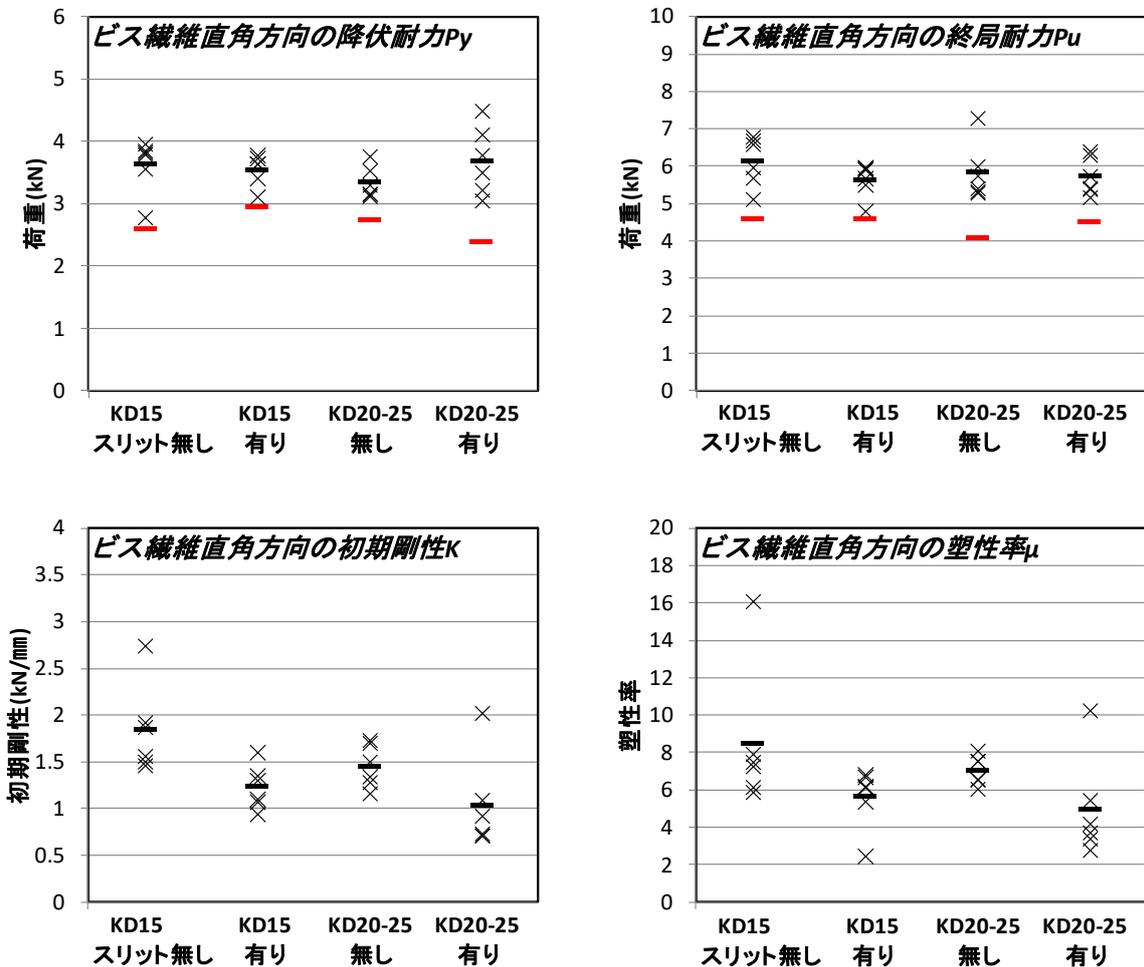


図 3.9.4-1 ビス繊維直角方向の特性値

(3) 実設計へ向けて

当該接合部は柱頭・柱脚の鋼板添え板型のビス金物の横架材側の接合を想定している。一般のビス金物の設計ではビス配置を繊維方向にランダム配置する傾向にあるので、乾燥割れと接合具の位置が一致してしまった場合の実性能に与える影響は比較的小さいと考えられる。

表 3.9.4-1 各試験体の比重と含水率（平均）

		KD15	KD15	KD20-25	KD20-25
		スリット無	スリット有	スリット無	スリット有
製材	比重(平均値)	0.41	0.39	0.36	0.37
	含水率(平均値)(%)	9.66	9.50	9.75	10.49

3.9.5 ビス引き抜き接合の特性値(図 3.9.5-1)

(1) KD15 と KD20-25 試験体の比較

終局耐力に有意差は見られなかったが、降伏耐力については KD20-25 のスリット無しは KD15 スリット無しよりが低くなる結果となった。ただし、降伏耐力は完全弾塑性モデルから算出したもので、当該接合方法は曲げ降伏型ではないので降伏耐力の評価は参考程度にしかならない。

初期剛性は KD20-25 試験体のスリット有りのみ低くなる結果となった。

(2) スリット無しとスリット有り試験体の比較

スリット有りは、スリット無しと比較して降伏耐力及び終局耐力が低下する結果となった。初期剛性については KD20-25 試験体のみ低い結果となった。

(3) 実設計へ向けて

当該接合部は柱頭・柱脚の L 形に折り曲げた鋼板を添え板としたビス金物の横架材側のビス引き抜き接合を想定している。一般のビス金物の設計ではビス配置を繊維方向にラン

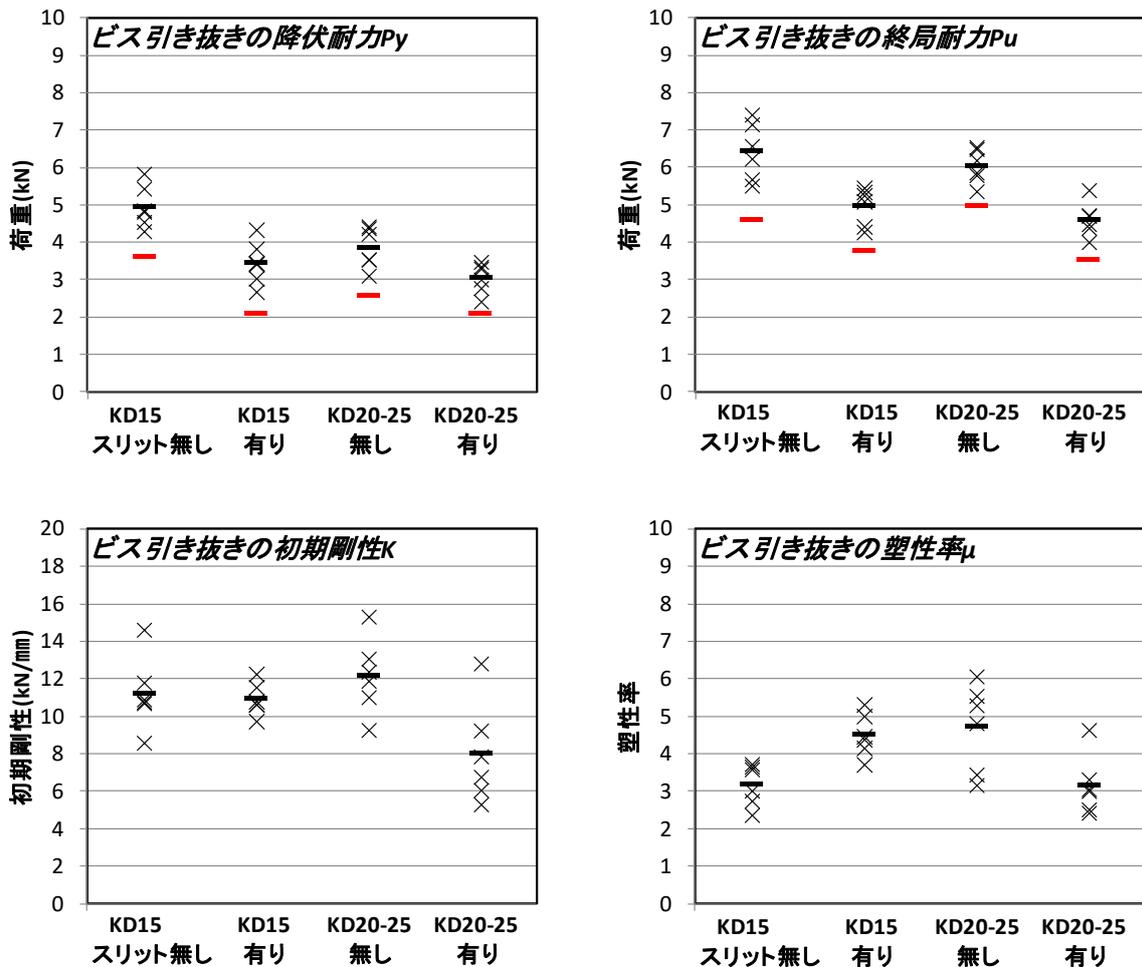


図 3.9.5-1 ビス引き抜き接合の特性値

ダム配置する傾向にあるので、乾燥割れと接合具の位置が一致してしまった場合の実性能に与える影響は比較的小さいと考えられる。

表 3.9.5-1 各試験体の比重と含水率（平均）

		KD15	KD15	KD20-25	KD20-25
		スリット無	スリット有	スリット無	スリット有
製材	比重(平均値)	0.40	0.39	0.36	0.38
	含水率(平均値)(%)	9.30	9.28	11.35	10.12

3.9.6 ドリフトピン接合の特性値(図 3.9.6-1)

(1) KD15 と KD20-25 試験体の比較

スリット無しは、降伏耐力及び終局耐力に有意差は見られなかったが、スリット有りは KD20-25 試験体が若干低くなる結果となった。

初期剛性については、KD25-30 試験体が高くなる結果となった。KD20-25 は穴加工後に乾燥収縮しているのので、穴径が縮んだことで剛性が上昇した可能性がある（施工時の穴径 12 mm、ピン径 12 mm）。また、表 3.9.6-1 のとおり KD20-25 の方が比重が高いことが要因のひとつと考えられる。

一方で、KD20-25 試験体は終局変位が小さいため、塑性率が小さくなる結果となった。

(2) スリット無しとスリット有り試験体の比較

スリット有りは、スリット無しと比較して降伏耐力、終局耐力、初期剛性及び塑性率が低下する結果となった。

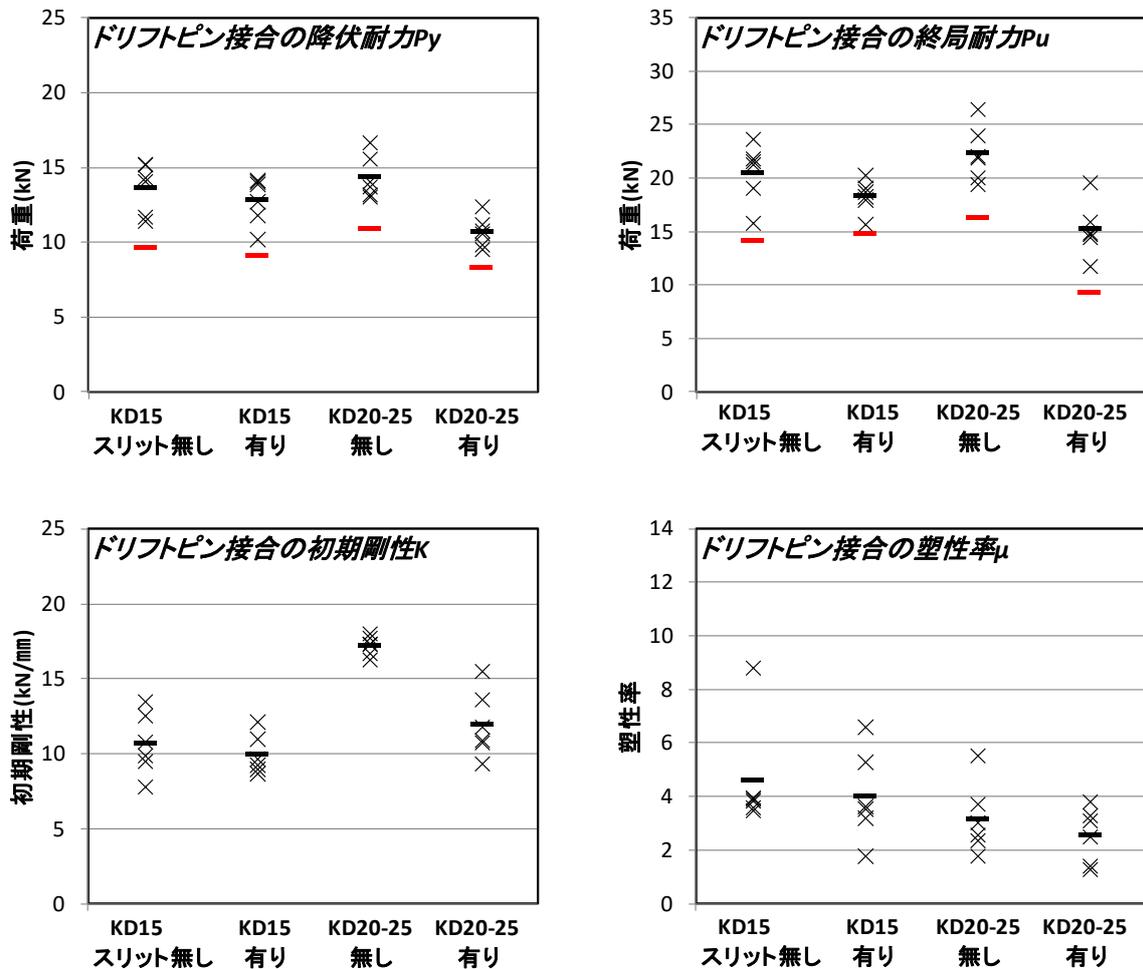


図 3.9.6-1 ドリフトピン接合の特性値

(3) 実設計へ向けて

当該接合部は柱脚等の引張金物を想定している。ドリフトピン接合の内、鋼板挿入型は繊維方向に対して、ランダム配置する傾向にあるが、構棒あるいはほぞパイプ挿入型は繊維方向に一行に並ぶ本数が多くなる傾向にあるため、D20-25を使用した場合の設計においては適切な低減が必要となる。

表 3.9.6-1 各試験体の比重と含水率（平均）

		KD15	KD15	KD20-25	KD20-25
		スリット無	スリット有	スリット無	スリット有
製材	比重(平均値)	0.40	0.39	0.42	0.41
	含水率(平均値)(%)	10.39	9.61	10.28	8.39

3.9.7 ボルト接合の特性値 (図 3.9.7-1)

(1) KD15 と KD20-25 試験体の比較

スリット有り仕様については、降伏耐力及び終局耐力に有意差は見られなかった。スリット無し仕様については KD20-25 の方が低くなる結果となった。表 3.9.7-1 のとおり KD20-25 の方が比重が低いことが要因のひとつと考えられる。

初期剛性は KD20-25 試験体スリット有り仕様のみ、他の試験体と比べて低くなる結果となった。ドリフトピン接合と異なり、ボルト径 (12 mm) に対して穴径 (14 mm) が十分に大きいため、乾燥収縮の影響は受けていない。塑性率については、KD20-25 試験体スリット無し仕様のみ、他の試験体と比べて高くなる結果となった。

(2) スリット無しとスリット有り試験体の比較

スリット有りは、スリット無しと比較して降伏耐力及び終局耐力が低下する結果となった。

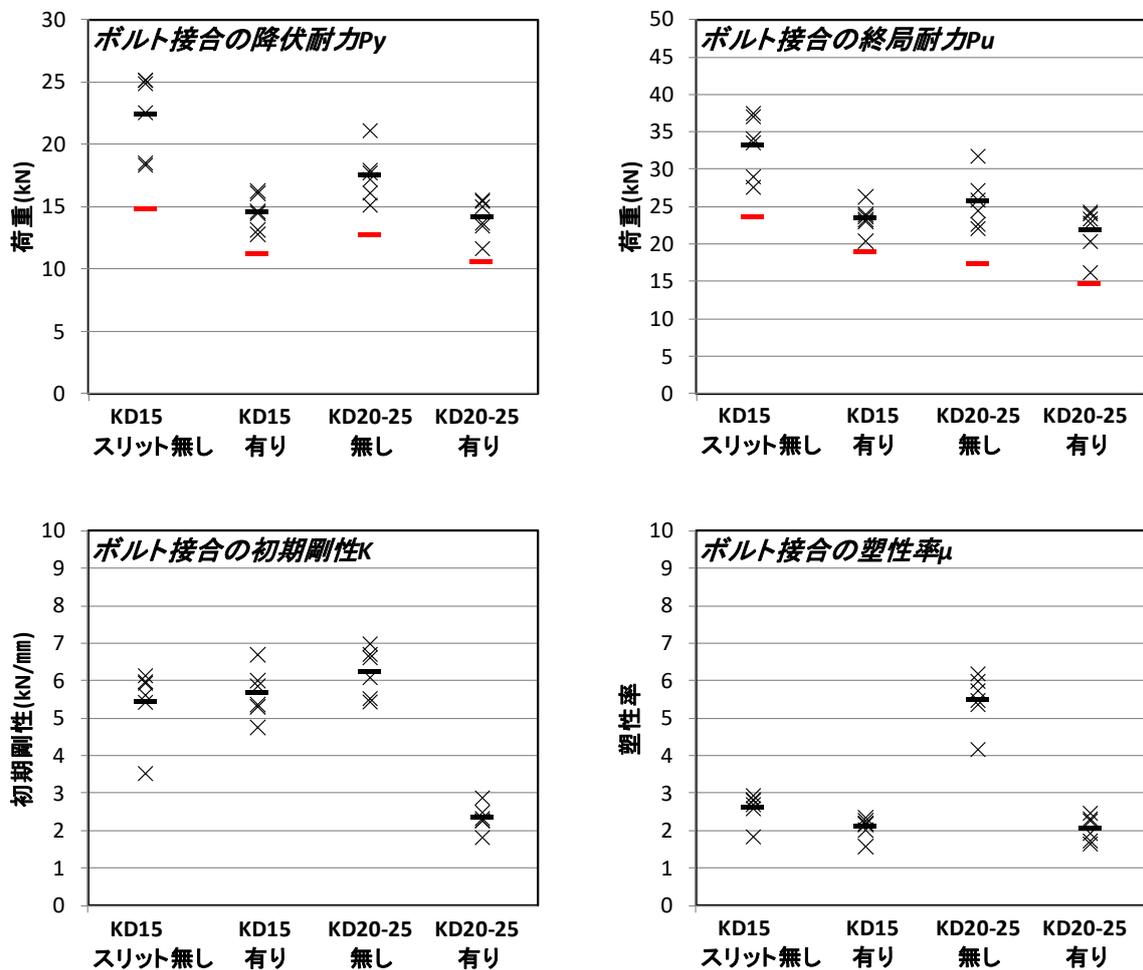


図 3.9.7-1 ボルト接合の特性値

(3) 実設計へ向けて

当該接合部は柱脚のホールダウン金物や、ドリフトピン接合の際の開き止め等の使い方を想定している。ホールダウン金物は一列に並ぶことが多いので影響が大きいですが、ドリフトピン接合の開き止めは1接合部に使用する本数が少ないため、影響が少ない。

表 3.9.7-1 各試験体の比重と含水率（平均）

		KD15	KD15	KD20-25	KD20-25
		スリット無	スリット有	スリット無	スリット有
製材	比重(平均値)	0.42	0.41	0.36	0.36
	含水率(平均値)(%)	10.28	8.39	8.05	8.20

3.10 まとめ

(1) KD15 と KD20-25 の比較

KD15 と KD20-25 の比重と強度性能を比較したものを表 3.10-1 及び表 3.10-2 に示す。前者は平均値を後者は 5% 下限値である。剛性と比重は通常 5% 下限値で評価しないので表 3.10-2 には掲載していない。

- ・概ね降伏耐力及び終局耐力については有意差が無いと思われる。KD20-25/KD15 を算出すると比重の割合とほぼ一致する。
- ・ビスの引き抜きの降伏耐力については、KD20-25 が低い値となったが、曲げ降伏型ではないので、参考程度と考えることとした。
- ・ボルト接合の降伏耐力及び終局耐力については、明らかに KD20-25 が低い値となった。比重が 0.42 に対して 0.36 と差が大きいので、これが要因のひとつと思われる。
- ・初期剛性については、くぎ・ビスの曲げ降伏型接合では KD20-25 の方が低い結果となった。比重の影響、応力緩和の影響が考えられる。一方でドリフトピン接合は乾燥収縮によって上昇するものと考えられる。

表 3.10-1 KD15 と KD20-25 の比較 (平均値)

		Py (kN)			Pu (kN)			K (kN/mm)			比重		
		①KD15	②KD20-25	②/①	①KD15	②KD20-25	②/①	①KD15	②KD20-25	②/①	①KD15	②KD20-25	②/①
合板添え板くぎ一面せん断	繊維平行	1.56	1.52	0.97	2.43	2.39	0.98	1.71	0.99	0.58	0.38	0.37	0.98
	繊維直角	0.75	0.74	0.99	1.18	1.17	0.99	1.53	0.42	0.27	0.40	0.38	0.96
鋼板添え板ビス一面せん断	繊維平行	7.56	6.66	0.88	12.62	11.22	0.89	7.02	7.72	1.10	0.39	0.39	0.98
	繊維直角	3.63	3.34	0.92	6.14	5.85	0.95	1.85	1.46	0.79	0.41	0.36	0.89
くぎ引き抜き		4.96	3.86	0.78	6.43	6.04	0.94	11.26	12.19	1.08	0.40	0.36	0.91
鋼棒挿入ドリフトピン二面せん断	繊維平行	13.66	14.38	1.05	20.54	22.32	1.09	10.72	17.28	1.61	0.40	0.36	0.89
鋼板添え板ボルト二面せん断	繊維平行	22.45	17.55	0.78	33.17	25.71	0.78	5.46	6.25	1.14	0.42	0.36	0.85

表 3.10-2 KD15 と KD20-25 の比較 (5% 下限値)

		Py (kN)			Pu (kN)		
		①KD15	②KD20-25	②/①	①KD15	②KD20-25	②/①
合板添え板くぎ一面せん断	繊維平行	1.04	1.00	0.96	1.70	1.85	1.09
	繊維直角	0.54	0.62	1.15	0.85	1.00	1.18
鋼板添え板ビス一面せん断	繊維平行	5.29	5.77	1.09	9.08	8.57	0.94
	繊維直角	2.60	2.73	1.05	4.60	4.07	0.88
くぎ引き抜き		3.62	2.57	0.71	4.62	4.98	1.08
鋼棒挿入ドリフトピン二面せん断	繊維平行	9.69	10.98	1.13	14.15	16.27	1.15
鋼板添え板ボルト二面せん断	繊維平行	14.83	12.75	0.86	23.65	17.43	0.74

(2) スリットの有無の比較

スリットの有無について、比重と強度性能を比較したものを表 3.10-3 及び表 3.10-4 に示す。前者は平均値を後者は 5% 下限値である。剛性と比重は通常 5% 下限値で評価しないので表 3.10-4 には掲載していない。

- ・降伏耐力と終局耐力はスリット加工を施すと低下する。
ただし、ビス一面せん断の繊維直角と、ホルト接合は低下率が非常に少なく、ほぼ変わらない結果となった。
- ・剛性についてはくぎ及びビスの一面せん断直角方向が大きく低下したが、その他は変わらない結果となった。
- ・実設計において、含水率が 20% から 15% に低下した際に新しく生じた予期しない割れを見込んで安全側に設計することが望ましいと思われる。

表 3.10-3 スリットの有無の比較 (平均値)

		Py (kN)			Pu (kN)			K (kN/mm)			比重		
		①スリット無	②スリット有	②/①	①スリット無	②スリット有	②/①	①スリット無	②スリット有	②/①	①スリット無	②スリット有	②/①
合板添え板くぎ一面せん断	繊維平行	1.56	0.65	0.42	2.43	1.06	0.44	1.71	1.79	1.05	0.38	0.40	1.05
	繊維直角	0.75	0.64	0.85	1.18	1.02	0.86	1.53	0.58	0.38	0.40	0.39	0.98
鋼板添え板ビス一面せん断	繊維平行	7.56	4.64	0.61	12.62	8.07	0.64	7.02	7.72	1.10	0.39	0.39	0.98
	繊維直角	3.63	3.55	0.98	6.14	5.64	0.92	1.85	1.24	0.67	0.41	0.39	0.97
くぎ引き抜き		4.96	3.45	0.70	6.43	4.97	0.77	11.26	10.97	0.97	0.40	0.39	0.98
鋼棒挿入ドリフトピン二面せん断	繊維平行	13.66	12.81	0.94	20.54	18.34	0.89	10.72	10.00	0.93	0.40	0.39	0.99
鋼板添え板ボルト二面せん断	繊維平行	22.45	14.59	0.65	33.17	23.49	0.71	5.46	5.69	1.04	0.42	0.41	0.98

表 3.10-4 スリットの有無の比較 (5% 下限値)

		Py (kN)			Pu (kN)		
		①スリット無	②スリット有	②/①	①スリット無	②スリット有	②/①
合板添え板くぎ一面せん断	繊維平行	1.04	0.39	0.38	1.70	0.66	0.39
	繊維直角	0.54	0.49	0.91	0.85	0.83	0.98
鋼板添え板ビス一面せん断	繊維平行	5.29	2.25	0.43	9.08	3.90	0.43
	繊維直角	2.60	2.96	1.14	4.60	4.58	1.00
くぎ引き抜き		3.62	2.09	0.58	4.62	3.79	0.82
鋼棒挿入ドリフトピン二面せん断	繊維平行	9.69	9.13	0.94	14.15	14.78	1.04
鋼板添え板ボルト二面せん断	繊維平行	14.83	11.21	0.76	23.65	19.05	0.81

(参考) 令和4年度試験計画(案)

※実施方法等については、事業の採択結果、検討委員会での検討によって決定予定です。

1 課題名: 構造用製材の含水率の変化が強度に及ぼす影響の検証

2 試験の目的・内容:

構造用製材は、乾燥に伴う割れ等による接合部の耐力低下のおそれから、含水率15%以下が求められる場合があるが、含水率の変化と強度との関係については必ずしも明らかでない。本事業では、含水率20%の試験材を平衡含水率以下まで乾燥させて加力試験等を行い、乾燥による耐力の変化を検証するとともに、接合部における耐力変化を検証するための最適な試験方法について検討する。

3 試験実施計画:

3.1 検討委員会の開催(全木連)

有識者等による検討委員会を開催(年3回を想定)し、試験方法等、本事業の具体的な実施内容について検討する。

3.2 試験及び分析

3.2.1 構造用製材の含水率変化と強度、割れの検証(全木連)

- ・含水率が20%超の乾燥材を調達し、それらを含水率が約10%になるまで乾燥させ、その過程における重量変化や割れの伸長を計測する。
- ・試験材は、スギとし、試験は全国の11公設林試に依頼する。
- ・産地ごと、試験場ごとの結果から、構造用製材の含水率の変化と強度、割れの関係を分析する。

3.2.2 構造用製材の含水率変化と接合部の強度の評価手法の検討(住・木センター)

- ・委員会の下に検討部会を設置して、昨年度の結果等を踏まえて含水率の変化と接合部の強度の評価を行うための試験方法を検討する。

3.2.3 事業報告書の作成及び成果の普及

本事業の成果を報告書としてとりまとめる。また、成果については可能な範囲で公開し、普及を図るとともに、成果の内容に応じて、建築基準法令の関係機関に情報の提供を行う。

4 事業の効果

含水率の変化による乾燥割れと強度の変化を検証するとともに、前年度の接合部の耐力低下の試験結果と併せて、含水率と接合部強度の関係を明らかにするための評価手法を検討、標準化することにより、一般に流通している含水率20%以下の構造用製材の適用可能な範囲が明確化され、部材の調達や設計が容易となるなど、特に品質・性能の確かな部材が求められる中大規模木造建築物の普及の促進に寄与する。