(財)日本住宅・木材技術センター事業

ＩＳＯ/ＴＣ１６５国内審議会
委員会報告書
（接合分科会）

平成８年３月

財団法人　日本住宅・木材技術センター

まえがき

ＩＳＯは物資及びサービスの国際交流を容易にし、知的、科学的、技術的及び経済的活動分野における国際間の協力を助長するために世界的な標準化及びその関連活動の発展促進を図ることを目的とした国際機関である。１９７９年のガット・スタンダードコードにおいては、各国が規格を制定・適用し、又はその制定に際して国際規格を基準とすることとされ、重要性が高まっている。現在、ＩＳＯには９２カ国が加盟し、１７９の専門委員会（ＴＣ）が設置され様々な分野について国際規格の制定が進められている。

ＩＳＯ／ＴＣ１６５の木構造分野では、これまでＩＳＯ規格として制定されたものはわずかに３規格にすぎないが、近年、審議に要する作業を能率的に行う目的で、ヨーロッパ規格をＩＳＯの素案とすることが制度化されてから、活発な動きを示すようになった。現在は昨年より５つ増え、２３の規格案が提案されている。

こうした状況の変化の中で、国際規格の制定に当たって日本の意見を反映させることが必要となっており、昨年より学識経験者・産業界・行政のメンバーからなる委員会を設置し、製材・木材保存・接合・集成材の４つの分科会が活動を行っている。

平成７年度、接合分科会では、国際規格として提案されている４つの規格案に対して意見提出を行った。また、関連規格の翻訳、及び問題点の整理を行った。

多忙な時間を割いて、翻訳・審議・報告書のとりまとめをいただいた委員各位とこの事業にご協力をいただいた関係の皆様に厚くお礼を申し上げる。

平成８年３月

（財）日本住宅・木材技術センター

理事長　　岡　　勝　男

目　　次

			ページ
1　事業概要			1
2　要約及びキーワード			
2．1　要約			3
2．2　キーワード			3
3　活動・審議経過			4
4　提案規格に対する日本の対応			
4．1	prEN1380　木構造－試験方法－　耐力釘接合　及び prEN1381　木構造－試験方法－耐力ステープル接合	河合委員	5
4．2	prEN1382　木質構造－試験方法－木質系接合具の 引き抜き耐力	原田委員	10
4．3	prEN1383　木質構造－試験方法－木質系接合具の 貫通抵抗試験	原田委員	17
4．4	ENTC124.117	河合委員	19
4．5	EN380	安村委員	20
5　提案規格翻訳			
5．1	ENTC124.117　木構造－　試験方法－機械的接合具を用いた 接合部の繰り返し試験	河合委員	23
5．2	EN380　木質構造－試験方法－静的荷重試験に 関する一般則	原田委員	35
6　関連論文翻訳			
6．1	Y.H.Chuiの論文　木質構造接合部の動的性能を特徴づける ための手法	原田委員	45
6．2	J.D.Dolanの論文　機械的接合部の動的特性に関する 試験方法の提案	河合委員	57
7　まとめ及び今後の対応		小松主査	75
資料1　ＩＳＯ／ＴＣ１６５で審議中の規格一覧			76

1　事業概要

1．1　事業の内容

ＩＳＯ／ＴＣ１６５（木構造）の接合分野にかかる提案規格の審議、ＴＣへの回答。

1．2　委員会及び分科会の構成

1．2．1　委員会の構成

ＩＳＯ／ＴＣ１６５（木構造）
国内審議会　委員会　委員名簿

	氏　名	所　属　役　職　名
委員長	杉山　英男	東京理科大学工学部建築学科　教授
委　員	大熊　幹章	東京大学農学部林産学科　教授
委　員	坂本　　功	東京大学工学部建築学科　教授
委　員	佐々木　光	秋田県立農業短期大学木材高度加工研究所長
委　員	鷲見　博史	森林総合研究所　木材利用部長
委　員	渡辺　一正	建築研究所　防火研究調整官
委　員	青木　宏之	株式会社青木工務店　代表取締役社長
委　員	田中　隆行	株式会社ザイエンス　代表取締役社長

１．２．２　接合分科会の構成

ＩＳＯ／ＴＣ１６５（木構造）国内審議会
接合分科会

	氏　　名	所　属　役　職　名
主　査	小松　幸平	農林水産省森林総合研究所接合研究室 室長
委　員	大橋　好光	東京大学工学部建築学科　助手
委　員	安村　　基	建設省建築研究所工業生産研究室　室長
委　員	河合　直人	建設省建築研究所耐風研究室　主任研究員
委　員	原田　真樹	農林水産省森林総合研究所接合研究室研究官
委　員	折笠　定勝	（社）日本木造住宅産業協会　生産技術部長

事務局　　（財）日本住宅・木材技術センター
　　試験研究部長　　牧　　勉
　　主任研究員　　林　　晃正

2　要約及びキーワード

2．1　要約

①ＴＣ１６５において国際規格案として提案されている「prEN1380　木構造－試験方法－耐力釘接合」、「prEN1381　木構造－試験方法－耐力ステープル接合」、「prEN1382 木質構造－試験方法－木質系接合具の引き抜き耐力」、「prEN1383 木質構造－試験方法－木質系接合具の貫通抵抗試験」の４規格に対して賛成する日本の意見を提出した。

「EN380 木質構造－試験方法－静的荷重試験に関する一般則」「ENTC124.117　木構造－試験方法－機械的接合具を用いた接合部の繰り返し試験」の２規格を翻訳し、提出意見の審議を行った。

②上記規格案の審議に必要な「Y.H.chui　木質構造接合部の動的性能を特徴づけるための手法」「J.D.dolan　機械的接合部の動的特性に関する試験方法の提案」の２つの関連論文について翻訳を行った。

2．2　キーワード

ＩＳＯ、ＴＣ１６５、ＪＩＳ、接合、木質構造、木構造計算規準、貫通抵抗試験、繰り返し試験、機械的性能試験、終局耐力、静的荷重、破壊荷重、釘、ステープル、試験方法、連続段階的変位法、動的試験、引き抜き、地震力、荷重ーすべり曲線、靭性、塑性率、prEN1380、prEN1381、prEN1382、prEN1383、ISO/DIS9708、ISO/CD9708.2、ENTC124.112、ENTC124.113、ENTC124.114、ENTC124.115、ENTC124.117、EN26891、EN28970、J.D.dolan 、Y.H.chui

3　活動・審議経過

本年度の国内審議会及び接合分科会の活動・審議経過は以下のとおりである。

① ＩＳＯ／ＴＣ１６５国内審議会　委員会開催(95.6.23)
- 平成６年度事業について報告
- ＩＳＯ／ＴＣ１６５　第９回国際会議へ２名派遣することを決定

② ＩＳＯ／ＴＣ１６５国内審議会開催(95.6.30)
- 平成７年度事業計画を決定
- １９９６年ＩＳＯ／ＴＣ１６５　国際会議の日本開催を受入れることを決定

③ 提案規格及び関連規格の翻訳開始(95.8)

④ 第１回接合分科会開催(95.9.6)
- prEN1380、prEN1381、prEN1382、prEN1383に対し審議を行い、基本的に賛成する決定をした。

⑤ ＩＳＯ／ＴＣ１６５事務局に上記提案規格（prEN1380、prEN1381、prEN1382、prEN1383）に対し基本的に賛成する意見提出をした。(95.9)

⑥ ＩＳＯ／ＴＣ１６５　国際会議事前打合わせ会開催(95.9.19)
- 調査内容及び提案内容事項について審議

⑦ ＩＳＯ／ＴＣ１６５　第９回国際会議（95.10.4~6 フランス　パリにて開催）
- 日本代表として２名を派遣
- ＩＳＯ／ＴＣ１６５の全般にわたる事項について審議

⑧ 第２回接合分科会開催(95.11.1)
- 以下の「接合部の動的特性の試験方法」に関連した論文の翻訳
  J.D.dolan、Y.H.chui

⑨ ＩＳＯ／ＴＣ１６５　国際会議報告会開催(95.11.7)
- 国際会議の審議事項の報告
- 審議を受けて今後対応を要する事項の方向性を検討した。
- 各ＷＧに日本が参加することとし、その代表メンバー（案）を決定した。
- ＥＮ規格については、関連のものを情報入手、検討して行くことを確認した。

⑩ 第３回接合分科会開催(96.3.6)
- 以下の提案規格の翻訳及び提出意見の審議
  ENTC124.117、EN380

４．提案規格に対する日本の対応

４．１　prEN1380、prEN1381

ＩＳＯ／ＤＩＳ９７０８は、昨年度、本分科会で検討したENTC124.112～115とほぼ同内容の４つのPart（prEN1380～1383）から成っており、今回改めてprEN1380～1383をＩＳＯ／ＤＩＳ９７０８として採用することについて、コメントを求められているのは、ＴＣ１６５第８回国際会議の決議７５号「ＩＳＯ／ＴＣ１６５は、プラハ会議の決議５８号を再肯定し、ＩＳＯ／ＣＤ９７０８．２　木構造－機械的接合具による接合－釘およびステープルによる接合試験（ENTC124.112、ENTC124.113、ENTC124.114、ENTC124.115）を４種類の別々のＩＳＯ／ＤＩＳ文書として、同時投票に掛けるべく送付することを決議する」を受けてのことと考えられる。

今回送付されたprEN1380，prEN1381と昨年度検討したENTC124.112、ENTC124.113の相違点は以下の通りである。

1)目次の構成が若干変更された。内容不変。
2)前書きの文章が２箇所変更された。ＴＣの日付の記入とＮＳＡＩの正式名称の記載。内容不変。
3)「３．Definitions」に頭書きが１行追加された。内容不変。
4)「４．Symbols」から＋など図的なものが除かれ、各図中に凡例として記載。
5)その他、若干の表記の相違があるが、内容的には不変。
（以上、1)～5)は２規格に共通）
6)prEN1380の各図で、表裏の釘の位置のずれが正確に描かれるようになった。
7)prEN1381の各図で、ステープルの先端が広がった図となった。

prEN1380およびprEN1381について検討を要する事項は、概ね以下の通りであると考えられる。

1)試験方法について、特段の問題は無いように見受けられる。
2)圧縮加力と引張加力はどちらかまたは両方（or）を行うことになっているが、これによって結果が異ならないか。
異なるとすれば、試験報告書に加力方法の記載が必要である。
3)接合部の繰返し加力試験については、別途、規格案を検討中のようである。
4)含水率の調整は、試験体制作時と試験時とに分けてある。未乾燥材（２０％相当）で製作して気乾状態（１２％相当）で試験するのは、一般的には不利な条件であり、特段の問題はないと思われる。
5)気乾状態の含水率の設定が１２％というのは、我が国の一般的な試験条件（１５％）と合わない。我が国の気候を考えると１２％の平衡含水率は妥当と言えるかどうか。ただし、規格の中で、他の条件も一応認められている。
6)「6.4 Preperation of test pieces」のNOTEにおいて「木質材料は側材としてのみ用いるのが望ましい」とあるが、「木質面材は～」とすべきではないか。「１．Scope」ではのTIMBERに無垢の木材、集成材、木質面材が含まれれるとしている。（いずれにせよ木質系軸部材が忘れられている？）
7)単純な誤りと思われる点（その１）－prEN1381（ステープル接合）の各図において、凡例の＋の所に「Stable」と書かれている。

8)単純な誤りと思われる点（その２）－prEN1381（ステープル接合）の図４と図５が入れかわっている。

以上により、prEN1380およびprEN1381をＩＳＯ／ＤＩＳ９７０８とすることについての日本からのコメント（案）としては、以下の内容が考えられる。

1)prEN1380およびprEN1381を、ＩＳＯ／ＤＩＳ９７０８とすることには、基本的に賛成である。
2)ただし、以下の点について検討を要すべき事項を含んでいると考えられる。
①「試験体の準備」で示された、相対湿度６５％±５％、温度２０℃±２℃という木材の含水率の条件は、温湿度環境が大きく異なる国においては、他の含水率への換算が可能でない限り、試験結果の利用に当たって実際上の意味を持たない。
②軸部材として利用可能な木質材料が生産されており、こうした木質材料を中央材に用いる試験の必要性が高まっていると考えられる。
TIMBERの定義および側材に関するNOTEについて、中央材に木質材料を用いる可能性を含ませる必要がある。
③圧縮力と引張力のどちらで試験を行うかにより、結果に違いが生じる可能性がある。試験報告書に加力方向を記載する必要があると思われる。
3)以下の単純な記載の誤りと思われる部分がある。
①prEN1380、Fig.１～Fig.５の凡例における「Stable」→「Staple」
②prEN1380、Fig.４とFig.５が逆

国内委員会では、上記の内容について審議を加えた結果、最終的に別に示す「ＩＳ.Ｏ／ＣＤ　9708（Parts1,2,3 and 4）の技術的内容に関するコメント」（英文）をＩＳＯ／ＴＣ１６５事務局に送付した。

「ＩＳＯ／ＣＤ９７０８（Parts1、2、3and4）の技術的内容に関するコメント」
釘接合・ステープル接合のせん断耐力、引き抜き耐力及び貫通耐力の試験方法の規格案について以下の意見、質問を提出する。

要旨

１）試験体の調湿方法について、欧州と気候が異なる高温高湿な国では２０℃、６５％ＲＨは、意味がない。

２）木質材料は側材としてのみ用いるのが望ましい、とあるがＰＳＬやＬＶＬがあるので削除すべきである。

３）引っ張りと圧縮では実験結果が異なるので、報告書では明示すべきである。

４）スペルや図に単純なミスがある。

５）角材の引き抜きばかりでなく、板材も考慮すべきである。

６）前後の文章から図中の係数は誤りと思われる。

７）釘等の相互の打ち込み位置が近すぎる。

８）引き抜き抵抗値とステープルの小径との関係が疑問である。

９）引き抜き方法については、時間で規定するのではなく、速度で規定すべきである。

１０）試験装置の穴の径について、根拠を知りたい。

１１）貫通抵抗値が釘頭径でなく、釘胴径である理由を知りたい。

Comments on the technical content of ISO/CD 9708 (Parts 1,2,3 and 4)

The Timber Joints Sub−Committee basically agrees with that prEN1380, prEN1381, prEN1382 and prEN1383 become ISO/DIS9708 subjecting that the following questions or/and comments should be answered or/and discussed in the 9th Meeting ISO TC 165.

1). For "Conditioning" in clause 6.2 of prEN1380 − prEN1383, the moisture content corresponding to (20 ± 2)℃ and (65 ± 5)% RH has no practical meanings for such countries where temperature and humidity environments are quite different from European countries, unless some conversion equation such as used in solid timber could be developed even in the field of timber joints.

2). For "Preparation of test pieces" in clause 6.4 of prEN1380 and prEN1381, the Note "Timber based materials should only be used as side members" should be deleted, because such wood based materials as PSL or LVL may be used as main members for the post & beam construction. Thus, the definition of "Timber" should be re−discussed so as to include newly developed wood based materials.

3). Test results ought to be different between compression loading and tension loading. Thus, in the report of test results, it should be clearly expressed which loading method, compression or tension, was employed.

4).There are simple careless mistakes in prEN1380 −prEN1382 ;

① the term 'Stable' in the regent of some figures of prEN1380−prEN1382 should be replaced by 'Staple'.

② Figure.4 and figure 5 of prEN1380 should be replaced each other.

5).For "Preparation of test pieces" in clause 6.4 of prEN1382, configuration for the test piece where wood based materials (mainly for sheet materials) are to be tested should be also considered because withdrawal resistance of nail in sheet member made of wood based material will be necessary for design in some cases.

6). For figure 2 of prEN1382, vertical length "$2l_p + 5d$" seems to be "$l_p + 5d$" judging from the content of this document and also from previous information.

7). For "Load parallel to the grain" in clause 6.4.1 of prEN1382, space of adjacent fasteners is too close. For nails, $8d$ to $12d$ seems to be appropriate. For staple, however, we don't know how far is adequate because we haven't used staple for structural use.

8). For "Test result" in clause 6.6 of prEN1382, we want to know the reason why "d" (shorter width of staple leg) is used in definition of withdrawal parameter "f" instead of using ($d_1 + d_2$) (sum of shorter width and longer width).

9). For "Test procedure" in clause 6.5 of prEN1382 and prEN1383, test speed is assigned to be "time taken to reach F_{max} is 90sec ± 30sec ". This assignment, however, requires a few preliminary tests for guessing F_{max}. Contrary to this, we would propose to use constant cross-head speed method as used in many other countries. For example, a constant cross-head speed of 2.5mm/min. ± 25% is assigned in JIS standard in Japan .

10). For "Apparatus" in clause 6.4 of prEN1383, we want to know the reason why dimension "D" for the staple was determined as mentioned in figure 2.

11). For "Test result" in clause 6.6 of prEN1383, we want to know the reason why pull through parameter "f" for nail was estimated by using nail shank diameter "d" instead of using nail head diameter "d_h", because pull through resistance ought to be affected much more by nail head diameter rather than nail shank diameter.

4．2　prEN 1382(ISO/CD 9708 Part2)

prEN 1382

"Timber Structures – Test methods – Withdrawal capacity of timber fasteners."

（木質構造－試験方法－木質系接合具の引き抜き耐力）

についてのコメント

1．現行規格との比較

現在、我が国において釘の引き抜き耐力について規定しているのは、

JIS Z2101-1994　および　木質構造設計規準・同解説

である。prENと上記2規格との比較を行ってみた。結果を別紙表1に示す。

2．ISO導入に伴う影響および問題点

現行規格との比較を表1で行ったが大きな違いはなく、試験体の寸法等はJISの方法がISOのそれに完全に包含されるため、本試験方法が我が国に導入されたとしても、大きな混乱は生じないと思われる。

ただし、先の震災による被害からも釘の引き抜き抵抗値の評価がますます重要視されてくると思われる。その点からも本規格の内容は興味のあるところである。今後耐震性能の向上をうたった新しい筋交い金物等がわが国に入ってくることも予想されるが、その場合このISOで求めた値が記載されてくるであろう。表1で示される通りJISで求められる結果の値とISOでのそれとは単位が異なる。比較する上で注意すべき点である。

また3．でも触れるが、試験体の調湿の部分は、ISOでは大変細かい規定が設けられており、この点は導入時の問題として挙げられよう。

なお、木質構造設計規準による試験方法は、自由度がありすぎて比較できなかった。従って実質上はISOとJISとの比較となっている。

3．個々の項目についてのコメント

以下に、ISOの各節の内容について気付いた点を示す。なお、このコメントは大橋委員による翻訳（ENTC124.115）[*1]に基づいて検討したものである。この資料は今回検討したprEN1382の草案にあたるものであるが、内容はほとんど同じである。

［はじめに］

[*1] ISO / TC165国内審議会委員会報告書（接合分科会），（財）日本住宅・木材技術センター ,PP.99-104, 1995.03

［１．展望］

［２．規範となる参考文献］

［３．定義］

［４．記号］

［５．材料］

以上６節については、特に問題がないので省略する。

［６．試験体］

６．１　一般事項

省略。

６．２　調湿

この規定によれば、少なくとも２条件（20 ± 2 ℃・85 ± 5 %と20 ± 2 ℃・65 ± 5 %）の調整が可能で、更に試験体全体を調湿することができるような容量をもった恒温恒湿器ないしは恒温恒湿室が必要である。

６．３　試験体の製作

繊維直交方向試験体の図（図２）において試験体の木口断面が（$2l_p + 5d$）四方になっているが、文章および前述の翻訳[*1]から判断するに、この値は（$l_p + 5d$）四方の誤りであると思われる。

また、合板も試験対象として記載されているが（「１．展望」の項）、試験が出来るほどの厚さの合板を確保するのは現実的には難しいと思われる。

６．４　試験体の準備

６．４．１　繊維平行方向加力

多数本打ち込んだとき、接合具間隔が釘等では$5d$、ステープルでは$2a$とかなり狭く、また千鳥にも打っていないので、割れが生じてしまう可能性がある。

６．４．２　繊維直交方向加力

同じ面に多数本打ち込む場合でも間隔を$10d$もしくは$2a$としてよいのだろうか。また、隣接する面で繊維方向に対して同じ（木口）断面上に接合具を打ち込んでもよいのだろうか。

６．５　試験手順

特に問題なし。

６．６　試験結果

ステープルについて、引き抜きパラメータ（＝引き抜き抵抗値）をdを変数として計算しているにもかかわらず、試験体の寸法をaによって規定しているのは煩雑であり、データ整理の面でも複雑になるのではないか。つまり、端距離・縁距離の面から見ても釘とステープルでは同じ条件にならないことがあるのではないか。

６．７　試験報告書

特に問題なし。

3．全体についてのコメント

以上、ISO と JIS および木質構造設計規準との比較をもとにコメントしてきたが、この「釘の引き抜き性能」に関しては、いずれの規格が優れているというものではなく、どの方法で求めると有利な値が出るというものでもない。ただ一ついえることは、JIS は釘の打たれた「木材」について、その保釘能力を求める試験として規格が作られているのに対し、ISO および木質構造設計規準は木材に打った「釘」について、その摩擦性能を求めるための試験方法であるということである。従って新たに釘を開発した場合、その保釘能力を測定するには ISO あるいは木質構造設計規準の方法を使い、新しい木質材料および材を家具等に用いようとする場合には JIS の方法を使う、というように使い分けが為されるであろう。

表１　prEN、JIS、木質構造設計規準における釘の引き抜き抵抗試験方法の違い

prEN 1382	JIS Z2101	木質構造設計規準・付録
［対象］ 接合具：直径8㎜までの全てのタイプの釘、木ネジやステープル等のダボ型接合具 被釘着材：素材、集成材、木質系パネル	［対象］ 接合具：N45釘（長さ45㎜、胴部径2.45㎜） 被釘着材：（明確に限定してはいないが）素材	［対象］ 接合具：釘、木ネジ、ステープルなど 被釘着材：木材および木質材料
［記号］ d：接合具の公称直径　（㎜） F_{max}：最大引き抜き荷重　（N） l_p：接合具の打ち込み深さ　（㎜） f：引き抜きパラメータ　（N／㎟） α：ステープルの方向と試験片の木材繊維方向とのなす角度 a：ステープル幅　（㎜）	［記号］ F：釘の引き抜きに要した最大荷重（N） l：釘の打ち込まれた長さ（㎜） T：釘の引き抜き抵抗（N／㎟） U：木材の釘引き抜き単位当たりの仕事量（N•㎜／㎟） w：釘の引き抜きに要した仕事量（N•㎜）	［記号］ 特に定義なし
［試験体］ 含水率および密度を測定 木材 ↓ 20±2℃，85±5％RH下で平衡 ↓ 試験体作製 ↓ 20±2℃，65±5％RH下で最低１週間 ※特別の目的の場合は、この限りではない。 特に被覆（梱包）していない場合、試験までに１時間より長く試験場所に保管してはならない。	［試験体］ 含水率、密度および平均年輪幅を測定 事前の調湿に関しては、特に規定無し 釘に関しては、事前にアセトン等で胴部を清浄にしたものとする。 釘を打ち込んでから速やかに引き抜くこと。	［試験体］ 含水率および比重を測定（試験の直前または直後） 事前の調湿に関しては、特に規定無し 接合具の打ち込みまたはねじ込み後１時間以内に試験を行うこと。

防湿シートで梱包されているならば２４時間まで試験場所に保管しても良い。		
［試験体の作製］ 接合具の軸方向：木材表面に直角 接合具の打ち込み方法：一般慣例に従う 先孔：一般慣例に従う。 試験体の寸法： 打ち込み方向長さ－2 l_p+ 5d （平行方向試験体） l_p+ 5d （直交方向試験体） 断面寸法 － 15d × 10d （釘・木ネジ） 8a × 2a （ステープル） （繊維平行方向試験体） 10d × 30d （釘・ステープル） 6a × 2a （ステープル） （繊維直交方向試験体） 木取り：明確な規定無し（図のみ） 接合具数： ステープル以外、製材の場合 →半径方向と接線方向に半分ずつ ステープルの場合 →｛半径方向，接線方向｝ ｛α =0°，α =90°｝ の組み合わせ 計４通りの条件に各1/4ずつ	［試験体の作製］ 接合具の軸方向： 木材表面に直角（治具を使用） 接合具の打ち込み方法： 5～10 回で所定の長さまで打ち込む。 補助具を用いる。 先孔：直径－約1.8㎜、深さ－約20㎜ （ただし、打ち込むと釘が曲がる場合のみ） 試験体の寸法： 打ち込み方向長さ － 120㎜（≒ 41 l_p + 8d） （繊維平行方向） 50㎜（≒ l_p + 8d） （繊維直交方向） 断面寸法 － 50㎜ × 50㎜（≒ 20d × 20d） （繊維平行方向） 120㎜ × 50㎜（≒ 49d × 12d） （繊維直交方向） 木取り：二方柾木取り、長手方向＝繊維方向 接合具数： 両木口－各１本、柾目面－２本、 板目面－２本	［試験体の作製］ 接合具の軸方向：特に規定無し 接合具の打ち込み方法：特に規定無し 先孔：特に規定無し 試験体の寸法： 接合具の打ち込みやねじ込みによって割れが生じないような縁端距離を持つものとする。 木取り：特に規定無し 接合具数： 特に規定ないが、１本
［繊維平行方向加力試験］ 接合具打ち込み面：どちらか一方の木口面	［繊維平行方向加力試験の場合］ 接合具打ち込み面：両木口面	［繊維平行および直交加力試験］ ※平行および直交の区別無し 接合具打ち込み面：規定無し

打ち込み深さ：8d ～ 20d 打ち込み位置：木口面の４辺から5d以上離す （釘・木ネジ） 木口面の短辺から a以上、 長辺から2a以上離す （ステープル、中心からの距離） 接合具間隔：5d以上 （釘・木ネジ） 2a以上 （ステープル）	打ち込み深さ：約30㎜（≒ 12d) 打ち込み位置：木口面の４辺から25㎜離す （木口面の中心） 接合具間隔：設定無し（１本）	打ち込み深さ：接合具長さの70％ 打ち込み位置：割れが生じない位置 接合具間隔：設定無し（１本）
［繊維直交方向加力試験］ 接合具打ち込み面：板目面あるいは柾目面、 隣接する２面 打ち込み深さ：8d～20d 打ち込み位置：端距離10d以上、縁距離5d以上 （釘・木ネジ） 端距離 2a以上、縁距離a以上 （ステープル） 接合具間隔：10d以上（釘・木ネジ） 2a以上（ステープル）	［繊維直交方向加力試験の場合］ 接合具打ち込み面：板目面および柾目面 打ち込み深さ：約30㎜（≒ 12d） 打ち込み位置：端距離 40㎜（≒ 16d） および 50㎜（≒ 20d） 縁距離 15㎜（≒ 6d） 接合具間隔：30㎜（≒ 12d） （繊維平行方向） 20㎜（≒ 8d） （繊維直交方向）	
［試験方法］ 支持点の位置：接合具軸から3d以上 （繊維直交方向） 接合具軸から6d以上 （繊維平行方向） ヘッド移動速度：F_{max}に達する迄の時間が 90±30(sec) （fを求める場合） 全行程で600±60(sec) （完全引き抜きの場合） F_{max}測定精度：±１％	［試験方法］ 支持点の位置：特に規定無し 釘の引き抜き速度：2±0.5㎜／min （クロスヘッドの速度） T 測定精度：特に規定無し	［試験方法］ 支持点の位置：特に規定無し 引き抜き速度：2.5㎜／min ± 25％ 荷重測定精度：規定無し

［試験結果］ 引き抜きパラメータfの式 $f = F_{max} / (d \times l_p)$ ：釘・木ネジ $f = F_{max} / (d \times 2 l_p)$ ：ステープル	［試験結果］ 釘の引き抜き抵抗Tの式 $T = F / l$ 木材の釘引き抜き単位当たりの仕事量 $U = w / l$	［試験結果］ 最大荷重をそのまま用いる。
［試験報告書記載項目］ サンプリング手順 木材の仕様 寸法、密度および試験体の含水率 接合具の配置および打ち込み方法の図 試験時のα（ステープルの場合） 試験体数 試験を行った接合具の仕様および数量 （種類、大きさ、材料、表面のコーティング あるいは条件およびその他の特徴） 破壊までの時間 試験結果	［試験報告書記載項目］ 樹種 密度、含水率 平均年輪幅 各試験面の釘引き抜き抵抗 釘引き抜き単位当たりの仕事量 先孔の有無 ハンマーの質量	［試験報告書記載項目］ 材料のサンプリング方法 木材（木質材料）の比重・含水率 試験体の寸法 接合具の寸法・材質など 加力開始から終了までに要した時間 または荷重ヘッドの変位速度 破壊を生じたときの荷重 最大荷重 各試験体の荷重－変位曲線 加力方法、測定・記録方法などの試験方法 に関する記述

4．3　prEN 1383(ISO/CD 9708 Part3)

prEN 1383

"Timber Structures – Test methods – Pull through testing of timber fasteners."

（木質構造－試験方法－木質系接合具の貫通抵抗試験）

についてのコメント

1．現行規格との比較

現在、わが国には上記貫通抵抗を測定する試験方法についての規定はない。

2．ISO導入に伴う影響および問題点

1．でも述べたように、現在この種の規格がないために、導入されるとなると問題が生じる可能性はある。ただし、この規格はあくまでも試験方法に関する規格であり、新種の釘を開発したとき（あるいは輸出しようとするとき）、この貫通抵抗値を必ず付記しなければならない、ということでは（現在のところ）ないので、逆に言えば、この規格が導入されても適用されることは少ないであろう。

なお、実際の適用例としては屋根葺き材の風による吹き上げ、釘の打ち抜きの問題等が挙げられよう。

3．個々の項目についてのコメント

以下に、ISOの個々の項目について、気付いた点を箇条書きに示す。なお、このコメントは大橋委員の翻訳[*1]（ENTC124.115）に基づいて検討したものである。この規格は今回検討したprEN 1383の草案にあたるものであるが、内容はほとんど同じである。

［はじめに］

［1．展望］

［2．規範となる参考文献］

［3．定義］

［4．記号］

［5．材料］

以上6節については、特に問題がないので省略する。

［6．試験体］

[*1] ISO/TC165国内審議会委員会報告書（接合分科会），（財）日本住宅・木材技術センター，PP.105-110，1995.03

6．1　一般事項

省略。

6．2　調湿

prEN 1382 のコメントに同じ。

6．3　試験体の製作

prEN 1382 に比べるとわかりやすくなっている。端・縁距離は少なくとも各14d（= 2t）もあるので、打ち込み時に割れが発生するということは無いであろう。規格の導入とは直接関係ないが、試験体厚さを7dとした根拠は興味のあるところである（ちなみに引き抜き試験での打ち込み深さは最小8dであった）。

6．4　試験装置

試験体を支える鋼板には中心に円形または矩形の孔が開く。この孔の大きさは力の流れが45°の角度で拡散するとした場合の大きさであると考えられるが、この方式では釘の種類により鋼板を（治具を含めて）作り変えなければならず煩雑である。

D=(8t+2a)（ステープルの場合の鋼板に開ける孔の寸法）は前記翻訳から考えてD=(8t×2a)の誤りである。

6．5　試験手順

試験時間が、prEN 1382 における引き抜き抵抗測定時間（90±30 (sec)）と等しくなっているが、打ち込み深さが異なっているにも関わらず（貫通距離≦7dに対し、引き抜き長さ8d～20d）同じ時間に設定してよいのだろうか。

6．6　試験結果

単純に prEN 1382 におけるl_pを t（= 7d）として、本規格で求められる貫通抵抗パラメータとprEN 1382 における引き抜きパラメータとを比較してみると、釘の場合7倍に、ステープルの場合14d / a倍に評価されていることになる。prEN 1382では評価に用いられなかった「a値」がここで突然現れるのも不思議である。

6．7　試験報告書

特に問題なし。

3．全体についてのコメント

繰り返しになるが、貫通抵抗試験は現行規格にはない。ただし木質構造設計規準の中に「側材の釘頭の貫通に対する抵抗が引き抜き耐力より小さい場合には、釘頭貫通抵抗値を釘接合部の耐力とする」という規定があり、引用される場面も出てくる可能性はある。しかしながら、prEN 1382 でも述べたように、釘、木ネジ等を引き抜きに使うことは許されていないため、特殊な理由で貫通抵抗値そのものが必要という場合以外には適用されることはないであろう。

４．４　ENTC124.117

「EN TC 124.117 木構造－試験方法－機械的接合具を用いた接合部の繰返し試験」に関して、主として以下の内容について検討を加えた。本規格に関しては、今後ＩＳＯ／ＴＣ１６５において検討が加えられる予定であり、国内委員会においても、我国としての対応方針について引続き審議を進める必要がある。

EN TC 124.117 に関し検討を要する事項

1. 「降状荷重」の定義において、荷重－すべり関係が２本の直線でうまく近似できる場合（図１aの場合）は問題ないが、そうでない場合（図１bの場合）、第２勾配を第１勾配の1/6と一律に定めることには、無理があるように思われる。

2. 1.とも関連するが、本来明確ではない降状点を実験のカーブから（無理に）求めることに、どれ程の意味があるか、議論の余地がある。この降状点に基づく塑性率、靱性が接合部性能の記述にとって不可欠か、繰返し加力の折り返し点はこの降伏点に対する比ではなく、（予測）最大荷重や（予測）最大荷重時変位で定められないか等。

3. 「終局耐力」の定義において、30mmという接合部すべりの絶対量を規定する必要があるかどうか検討を要する。

4. 試験体の調湿は、20±2℃、65±5%とされているが、これは平衡含水率12%に相当し、我国の気乾状態15%と異なる。15%相当で試験を行なう可能性を盛り込むこと、又は適当な換算式が必要ではないか。

4．5　EN 380

「木質構造ー試験方法ー静的荷重試験に関する一般則」 (Timber structures - Test methods- General principles for static loading testing , ISO/CD 12581 EN380)に関する検討事項

1. 概　要

本規準は、木質構造の性能を検証することを目的とした静的加力試験の方法について規定した欧州規格（ＥＮ）で、ISO 規準への適用が検討されているものである。本規準を ISO に適用する際には、わが国の規準の現状等を考慮し、以下の点について検討を行うことが必要である。

2. 検討事項

1)　想定する荷重・外力の範囲

本規準は、主として鉛直荷重を想定して構成されており、地震力や風圧力を想定した水平力に対する試験法は基本的に考慮されていない。本規準に於いて、水平力に対する試験を適用外とするのであれば、その旨を「1.　適用範囲」に明示すべきである。水平力を考慮するのであれば、「6.5.1　加力方法」において、水平力に対する考慮が必要である。

2)　荷重の組み合わせについて

本規準における試験の加力経歴は、限界状態設計法に基づいており、種々の荷重の組み合わせがあり得る（ISO/TC98/SC2/WG1 IS2394 Table7.1, 7.2 参照）。したがって、試験の際どのような荷重の組み合わせに対して G 及び Q を決定するのか、あるいはすべての組み合わせに対して試験を行うのかを検討した上で試験を行うことが必要となる。特に、Q が風圧力により決定される場合（鉛直荷重であっても風圧力を考慮する場合があり得る）、T=1200sec をとることは適切であるとは考えられない。

わが国においては、一般に許容応力度設計を行っており、わが国における荷重・外力の組み合わせと、 ISO/TC98/SC2/WG1 IS2394 における荷重・外力の組み合わせがどのように対応するか検討を行うことが必要である。特に、積載荷重、風圧力、長期積雪荷重、短期積雪荷重等の取り扱いについての検討が必要となろう。

3)　その他の検討事項

①　「3.2　木質構造の定義」

実大の接合部の検証実験を行うことがあるが、接合部の試験はこの規準の範囲外か。なお、地震を想定した接合部の繰り返し試験については、別途 ISO で

検討が行われている。

② 「5. 一般要求事項」

"Deviations may be, however, be required for structures composed of materials with different time-dependant properties to obtain the same failure mode as in practice." の意味が不明確でない。もう少しわかりやすい表現に改めるべきである。

③ 「6.4 準備」

相対湿度（65±５）％は、わが国では、一般的な試験環境ではない。わが国の一般的な試験環境（含水率１５％）における試験結果とのキャリブレーションが可能か検討が必要である。

④ 「6.5.3 保証荷重」

η の値を具体的にどのように決定するのか検討が必要である。

3. まとめ

本規準は、木質構造の安全性を検証するための試験法を規定したものであるが、欧州の実状を反映しているため、基本的に鉛直荷重に対する安全性を考慮したものである。わが国では、地震力に対する構造物の性能評価も重要であり、今後、水平力に対する試験法の検討も必要となろう。また、本試験法はユーロコードに基づいているため、限界状態設計法をベースとしている。わが国では、現在許容応力度設計法をとっており、本規準による試験データが、わが国の設計体系に適合するか、今後検討が必要となろう。

〔参考〕 ISO/TC98/SC2/WG1 IS2394 における荷重の組み合わせ

Table 7.1 荷重の組み合わせに対する設計値（終局限界状態）

Design situation	Design values				
	Permanent actions		Variable actions		Accidental actions
	Dominating	Not dominating	Dominating	Not dominating	
Persistent and transient	$\gamma_G G_k$		-	$\gamma_Q \psi_0 Q_k$	-
	-	$\xi\gamma_G G_k$	$\gamma_Q Q_k$	$\gamma_Q \psi_0 Q_k$	-
Accidental	-	$\xi\gamma_G G_k$	-	$\gamma_Q \psi_1 Q_k$	A_d

γ_G is a partial factor for permanent actions
γ_Q is a partial factor for variable actions

Table 7.2 荷重の組み合わせに対する設計値（使用限界状態）

	Design values		
Type of combination	Permanent	Variable	
		Dominating	Not dominating
Characteristic	$\gamma_G G_k$	$\gamma_Q Q_k$	
Frequent	$\gamma_G G_k$	$\psi_1 \gamma_Q Q_k$	$\psi_2 \gamma_Q Q_k$
Quasi-permanent	$\gamma_G G_k$	$\psi_2 \gamma_Q Q_k$	

5　提案規格翻訳

5．1　ENTC124.117　木構造－試験方法－機械的接合具を用いた接合部の繰り返し試験

欧州規格

草案
EN TC 124.117
1994年３月

UDC

英語版

木構造－試験方法－機械的接合具を用いた接合部の繰返し試験

本欧州規格草案は、ＣＥＮの諮問に対してＣＥＮのメンバーに提出されるもので、技術委員会ＣＥＮ／ＴＣ１２４により起草された。

本草案が欧州規格となった場合には、ＣＥＮのメンバーは、本欧州規格に対して一切変更を加えることなく、国家規格の地位を与えるという条件を規定した、ＣＥＮ／ＣＥＮＥＬＥＣの内部規則に従う義務がある。

本欧州規格草案は、ＣＥＮにより３つの公式翻訳（英語、仏語、独語）で制定された。他のいかなる言語の翻訳でも、ＣＥＮメンバーの責任の元で自国の言語に翻訳され、ＣＥＮ中央事務所に報告されたものは、公式翻訳と同じ地位を有する。

ＣＥＮメンバーとは、オーストリア、ベルギー、デンマーク、フィンランド、フランス、ドイツ、ギリシャ、アイスランド、アイルランド、イタリア、ルクセンブルグ、オランダ、ノルウェー、ポルトガル、スペイン、スウェーデン、スイス、イギリスの国家規格団体である。

ＣＥＮ

欧州規格化委員会
中央事務局：rue de Stassart 36, B-1050 ブリュッセル

c CEN 1994 版権　全ＣＥＮメンバー所有

目次

まえがき
序
1　適用範囲
2　引用規格
3　定義
4　記号
5　要求事項
6　試験方法
　6．1　原理
　6．2　装置
　6．3　試験体の準備
　6．4　手順
7　結果
8　調整
9　試験報告書

まえがき

本欧州規格は、ＴＣ　１２４　木構造によって準備された。

本規格は、建築の材料と部材の試験方法に対する一連の基準の一つである。
アイルランド国家規格局（ＮＳＡＩ）が召集したワーキンググループによって準備された。

現行の欧州規格でこれによって置き換えられるものはない。

序

地震地域での荷重を受ける工学的木構造の分野における発達に伴い、機械的接合具を用いた接合部について、靱性、エネルギー吸収、繰返し加力時の耐力劣化について情報を得るための試験が必要とされている。
本規格は、異なる研究所で行う調査の結果を比較可能なものとするために従うべき一般原則を規定している。
２つの異なる試験手順が、異なる目的に対して考えられている。すなわち、完全な繰返し荷重－すべり性能を決定することが要求されている場合の一般的な手順（完全手順）と、あらかじめ定められた靱性レベルにおける主要な性能の決定だけが要求されている場合の特別な手順（簡易手順）である。

１　適用範囲

本規格は、機械的接合具を用いた接合部の、繰返し荷重時の靱性とエネルギー吸収特性を決定するための試験方法を規定したものである。

注）本規格は、接合部のモーメント抵抗特性を決定するのにも用いて良い；その場合、接合部の「モーメント」と「回転角」が、次章以下で定義される「荷重」と「すべり」の関係に置き換えられる。

２　引用規格

本欧州規格は日付入りまたは日付無しの参照によって、他の出版物からの規定を取り込んでいる。これらの引用規格は本文の適当な場所に引用されており、出版物はこの後にリスト化されている。日付入りの参照については、これらの出版物の後の改正や改訂は、欧州規格の中で改正や改訂により取り込まれた時に限り、欧州規格に適用される。日付無しの参照については、参照された出版物の最新版が適用される。

EN 26891　木構造－機械的接合具を用いた接合－耐力と変形特性を決定するための一般原則
EN 28970　木構造－機械的接合具を用いた接合－木材密度の要求

3　定義

繰返し荷重：圧縮と引張りの交互の荷重

最大荷重：試験の間に到達した最大荷重。F_{max}。図２参照。

降伏荷重：塑性域に入る点に相当する荷重。荷重－すべり曲線が直線でうまく近似できる２つの部分から成る場合には、降伏値はこれら２本の直線の交点で定義される（図１ａ）。荷重－すべり曲線が直線でうまく近似できる２つの部分から成っていない場合には、降伏値は（次の）２本の直線の交点で定義される。１本目の直線は、荷重－すべり曲線上の０．１F_{max}に相当する点と荷重－すべり曲線上の０．４F_{max}に相当する点を結ぶことで決定され、２本目は（タンジェントで）１本目の直線の１／６の傾きを有する直線で決定される（図１ｂ）。

終局荷重：破壊に相当する接合部の荷重または最大荷重の８０％のいずれか大きい方。接合部のすべりが３０ｍｍまでに測定されたもの。図２参照。

降伏すべり：降伏荷重に相当する接合部すべり。図１ａおよび１ｂ参照。

終局すべり：終局荷重に相当する接合部すべり。図２参照。

靱性：接合部が塑性域において大きな耐力低下を起こさずに大振幅のすべりを生じる能力。終局すべりと降伏すべりの比によって評価される。$D=\nu_u/\nu_y$。図２参照。

注）上記の定義は荷重－すべりの繰返しループ曲線の包絡線を参照することを想定しているが、単調荷重－すべり曲線に対しても用いることができる。

耐力劣化：同一振幅における第１サイクルから第３サイクルまでの、最大接合部すべり時の荷重の低下。図３参照。耐力劣化は、ΔＦで評価される。ここに、ΔＦは圧縮側においては$\Delta F=|\Delta F_c|$、引張り側においては$\Delta F=|\Delta F_t|$。

履歴による
等価粘性減衰定数：接合部の履歴減衰特性を表す無次元数。半サイクルに吸収されたエネルギーと有効ポテンシャルエネルギーに２πを乗じたものとの比で評価される。図４参照。等価粘性減衰定数は次式で定義される。$\nu_{eq}=E_d/(2\pi E_p)$。

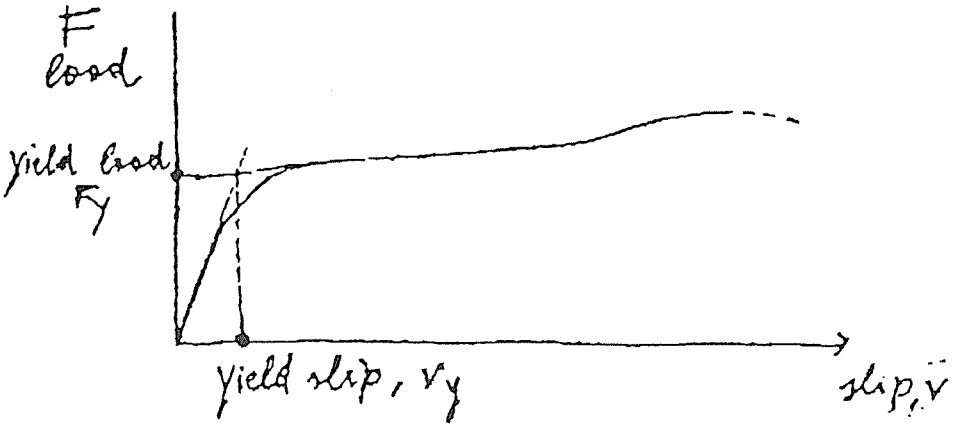


図１ａ．直線でうまく近似できる２つの部分から成る荷重－すべり曲線に対する降伏値の定義

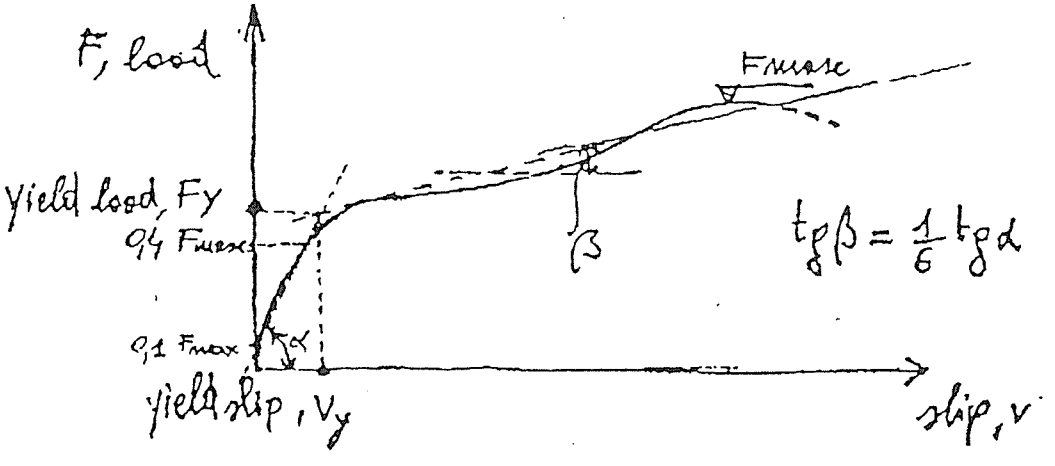


図１ｂ．直線でうまく近似できる２つの部分から成っていない荷重－すべり曲線に対する降伏値の定義

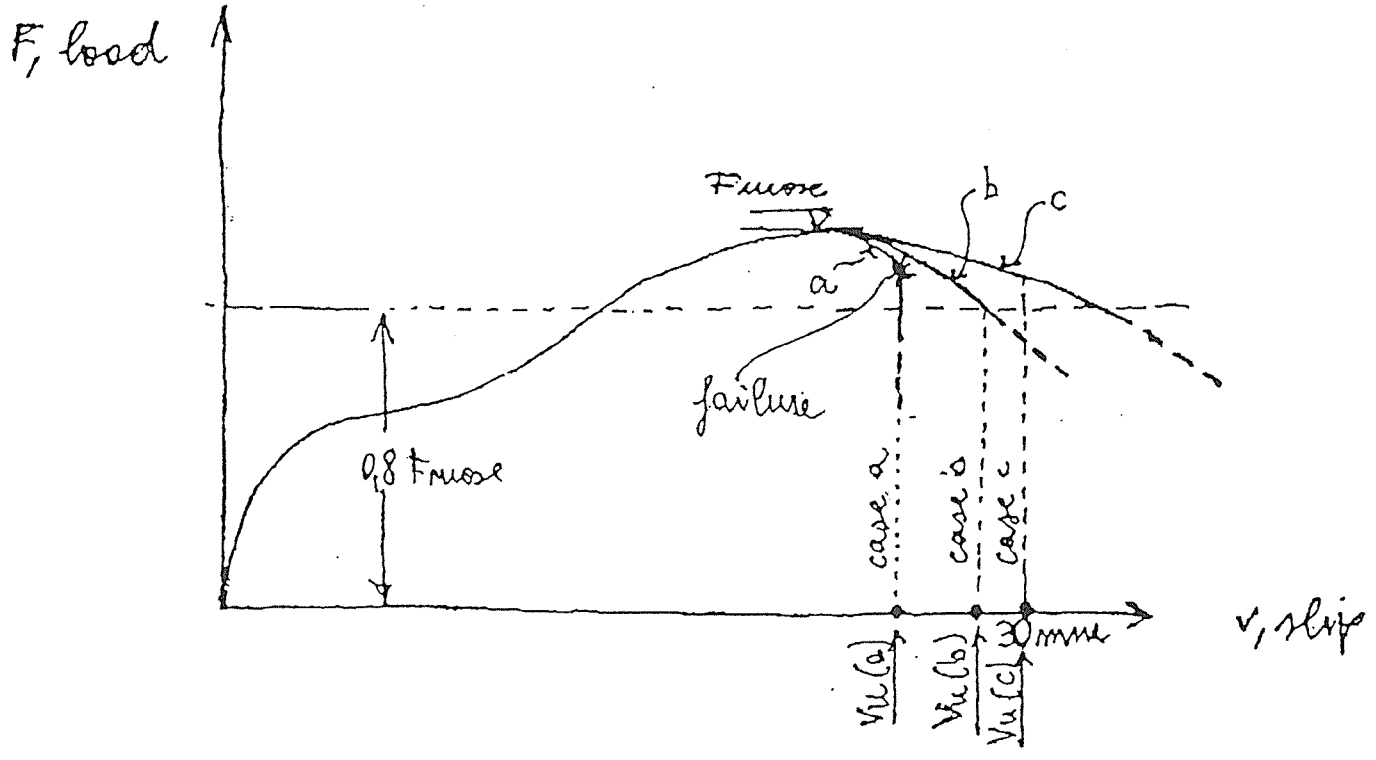


図２．終局値の定義。破壊すべりに相当するν_u（ケースａ）、０．８F_{max}のすべりに相当するν_u（ケースｂ）または３０ｍｍのすべりに相当するν_u（ケースｃ）。

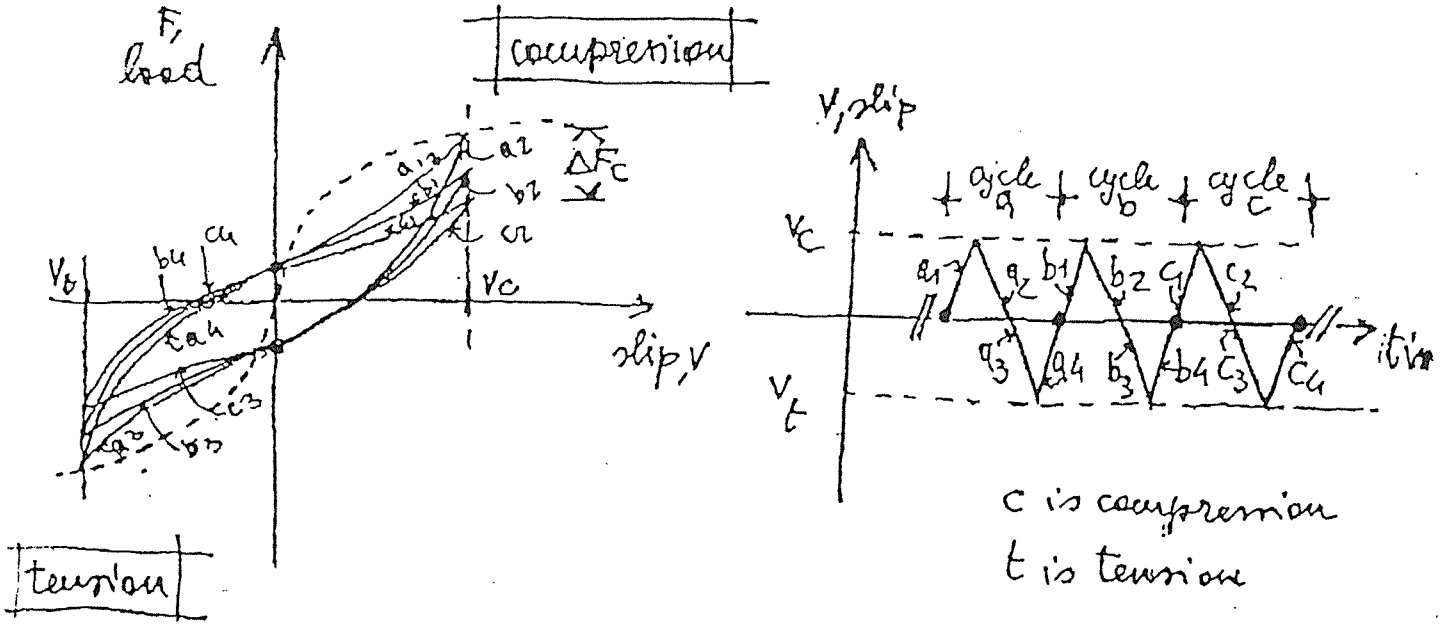
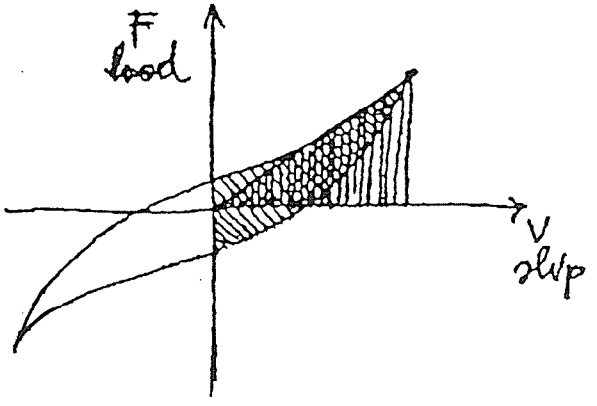


図３．耐力劣化の定義



▧ 半サイクル当たりの
エネルギー吸収、E_d

▥ 有効ポテンシャル
エネルギー、E_p

図４．繰返しループに対する等価粘性減衰定数の定義

４　記号

D	靱性、無次元数
E_d	エネルギー吸収、ニュートン×ミリメートル
E_p	有効ポテンシャルエネルギー、ニュートン×ミリメートル
F	加えた荷重、ニュートン
F_{max}	最大荷重、ニュートン
F_u	終局荷重、ニュートン
F_y	降伏荷重、ニュートン
ν_u	終局すべり、ミリメートル
ν_y	降伏すべり、ミリメートル
$\nu_{y,est}$	予想降伏すべり、ミリメートル
ΔF	耐力劣化、ニュートン
ν_{eq}	等価粘性減衰定数、無次元数

5　要求事項

空

6　試験方法

6．1　原則

接合部の靱性、減衰定数および耐力劣化は、規格化された準静的繰返し手順の下で決定する。

6．2　装置

試験体の形状寸法と含水率を測定する設備に加えて、以下のものが使用できなければならない。

a)変位制御の２方向（引張りと圧縮）試験機
　－ストロークで１％以上の精度を有すること
　－荷重で１％以上の精度を有すること

b)１％以上の精度で、加力下の接合部すべりを連続的に測定する設備

6．3　試験体の準備

試験体は、隙間、接合具の公差、形状寸法、割れその他に関して、実際の接合部と現実的な方法で対応するように製作されることが望ましい。

含水率のレベルや変化の影響を求めるのが目的である場合を除き、試験体は以下のように調湿されるのが望ましい。

調湿：試験は標準的には、温度（２０±２）℃、相対湿度（６５±５）％の標準環境で調湿された試験体を用いて実施しなければならない

試験される木材が、上記の標準環境に調湿することが容易に出来ない（例えば高密度の堅木）場合には、その事実が報告されなければならない。

試験室：試験室は標準的には、標準環境に維持されるのが望ましい。しかし、他の条件が適用される場合には、それが報告されなければならない。

含水率：木材及び木質材料の含水率は、測定されなければならない。

6．4　手順

６．４．１　一般事項

試験は、0.02から0.2mm/sの間の一定のすべり速度で実施しなければならない。

荷重とすべりは連続的に測定しなければならない。

６．４．２　完全手順

完全に要件を満たす荷重－すべり包絡線を求めるためには、図５に示す完全加力手順を用いなければならない。

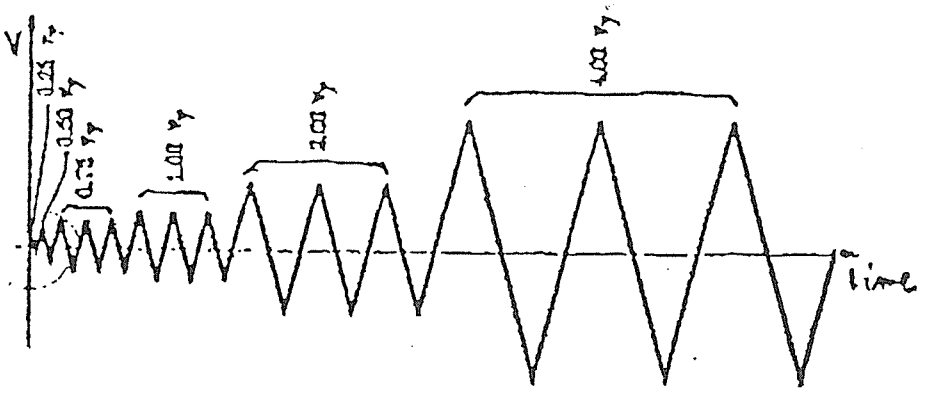


図５　繰返し試験の手順（完全手順）

<u>第１サイクル</u>

1)　予想降伏すべり$\nu_{y,est}$の２５％のすべりに達するまで、圧縮力を加える。
　　$\nu_{y,est}$は、計算、経験または先立って行われる単調試験（EN 26891による）によって求めて良い。
2)　試験体を除荷し、すべりゼロまで引張りで再加力する。
3)　引張り側の$\nu_{y,est}$の２５％のすべりまで引張り加力を継続する。
4)　試験体を除荷し、すべりゼロまで圧縮で再加力する。

<u>第２サイクル</u>

1)　$\nu_{y,est}$の５０％のすべりまで圧縮加力を継続する。
2)　試験体を除荷し、すべりゼロまで引張りで再加力する。
3)　$\nu_{y,est}$の５０％のすべりまで引張り加力を継続する。
4)　試験体を除荷し、すべりゼロまで圧縮で再加力する。

<u>第３、第４、第５サイクル（３サイクルの組）</u>

（第２サイクルを３回ただし0.75$\nu_{y,est}$相当のすべりで繰返す。←訳者挿入）

第６、第７、第８サイクル（３サイクルの組）

第２サイクルを３回ただし$\nu_{y,est}$相当のすべりで繰返す。

以下の３サイクルの組

第２サイクルを３回、２$\nu_{y,est}$、４$\nu_{y,est}$、６$\nu_{y,est}$・・・相当のすべりで、破壊またはすべり３０mmに達するまで繰返す。

もし、$\nu_y < 0.5\nu_{y,est}$ であれば、試験をもう一度繰返さなければならない。

６．４．３　簡易手順

あらかじめ定められた靱性レベルＤにおける、主要な特性値ΔＦおよびν_{eq}のみを求めるためには、以下の簡易手順を用いて良い。

第１サイクル

1) Ｄ・ν_yのすべりに達するまで、圧縮力を単調載荷で加える。ここに、ν_yは、圧縮の降伏すべりで、EN 26891に従って先立って行われる単調試験によって決定するか、またはこの試験の間に直接求める。
2) 試験体を除荷し、すべりゼロまで引張りで再加力する。
3) Ｄ・ν_yのすべりまで引張り加力を継続する。ここにν_yは、引張りの降伏すべりである。
4) 試験体を除荷し、すべりゼロまで圧縮で再加力する。

第２、第３サイクル

第１サイクルを２回繰返す。

７　結果

試験結果は、上述の荷重－すべりと時間の読みを含まなければならない。荷重－すべりとすべり－時間の図が望ましい。
さらに加えて、以下の諸量を計算し、報告しなければならない。

完全手順に対して：
a) 試験を行ったそれぞれの靱性レベルでの、３サイクルの組それぞれの、引張り、圧縮双方の荷重劣化；
b) 試験を行ったそれぞれの靱性レベルでの減衰定数。３サイクルの組それぞれの３番目のサイクルで求める；
（訳者注：１行抜け？）

試験を行ったそれぞれの靭性レベルでの、3サイクルの組それぞれの第1サイクル、圧縮と引張り双方において。適切な諸量ν_uとν_yおよび対応するF_uとF_yもまた、報告されなければならない。

簡易手順に対して：

a) あらかじめ定められた靭性レベルでの荷重劣化、引張り、圧縮双方；

b) あらかじめ定められた靭性レベルでの3番目のサイクルに対応する等価粘性減衰定数。

8 調整

空

9 試験報告書

試験報告書には以下を含まなければならない。

a) 木材の樹種と密度；

b) 接合具の型式と品質、寸法と表面仕上げを含む；

c) 接合部材の寸法、接合具の数、配置と間隔、部材間の生じうる隙間の詳細；

d) 木材および試験体の製造前後の調湿条件、製造時および試験時の木材の含水率、割れ、その他；

e) 計測器の位置と型式；

f) 加力装置および制御システムの配置と型式

g) 使用した試験手順（6．4項に関して）および何らかの逸脱があった場合の報告、加力速度

h) 個々の接合部試験結果（7項に関して）および破壊モードに関する何らかの適切な情報

５．２　EN380　木質構造－試験方法－静的荷重試験に関する一般則

欧州規格（EUROPEAN STANDARD）

EN 380

1993年7月

UDC 694.04 : 624 : 011 : 1 : 624.04

キーワード：木質構造（timber construction）
機械的性能試験（mechanical tests）
静的荷重（static loads）
破壊荷重（breaking loads）

英　語　版

木質構造 － 試験方法 － 静的荷重試験に関する一般則

この欧州規格は、1993年7月15日にCEN（欧州標準化委員会）にて承認された。CENの委員は、CENおよびCENELECの内部規定に従う義務がある。この規定では、本欧州規格に対し、改変することなく国際規格の地位を与える条件を定めている。

改訂リストおよび上記のような国際規格に関する参照文献は、中央事務局あるいはCEN委員に申し込むことにより得ることが出来る。

本欧州規格には、3つの公式翻訳版（英語、フランス語、ドイツ語）がある。CEN委員の責任において翻訳され、中央事務局へ通知されたその他の言語への翻訳版は、公式翻訳版と同等の資格をもつ。

CEN委員は、オーストリア、ベルギー、デンマーク、フィンランド、フランス、ドイツ、ギリシャ、アイスランド、アイルランド、イタリア、ルクセンブルク、オランダ、ノルウェー、ポルトガル、スペイン、スウェーデン、スイス、イギリスの国内規格（委員）の集合体である。

CEN
欧州規格委員会
中央事務局：rue de Stassart 36, B-1050 Brussels

© 1993年　著作権所有者：CEN委員

まえがき

この欧州規格はCEN／TC 124「木質構造」にて作成され、TC委員会でのCEN最終投票により1991年12月9日に承認されたものである。

この規格は建築材料の試験方法に関する一連の規格の一つであり、NSAI（アイルランド国家標準委員会）の協力の下に作業部会でつくられたものである。

注）この一連の規格内では一貫して同じ節番号を付けるのが望ましいと考えられる。従って本規格の今回の版では、幾つかの節については欠番となっている。しかし、将来の版でこれらの節にも文章を付加する必要がある事は認識している。

本欧州規格は、遅くとも1994年1月には同一の文言による発行、あるいは裏書きにより国際規格の地位を与えられるべきものであり、これと一致しない（既存の）国際規格は遅くとも1994年1月には抹消される。

本規格は、承認を受けるとCENおよびCENELECの内部規定に従う。下記の国々は本欧州規格を履行する義務がある：オーストリア、ベルギー、デンマーク、フィンランド、フランス、ドイツ、ギリシャ、アイスランド、アイルランド、イタリア、ルクセンブルク、オランダ、ノルウェー、ポルトガル、スペイン、スウェーデン、スイス、イギリス。

欧州規格に代わる規格は存在しない。

目　次

まえがき
1　適用範囲
2　引用規格
3　定　義
4　記　号
5　一般的要求事項
6　静的加力試験方法
6．1　原　理
6．2　試験体の数
6．3　試験装置
6．4　準　備
6．5　手　順
6．6　結　果
6．7　試験報告書

1　適用範囲

本規格は、木質構造に対して静的加力試験を適用する上での一般則について述べたものである。この規格は、構造物がある定まった基準に従うか否かを試験によって検証する必要がある場合に用いられることを意図している。保証荷重あるいは構造物の試験に関する部分を、これに関連するものとして適用してもよい。

本規格は、木材の個々の部分や個々の接合部あるいは縮小モデルに対して用いることを意図したものではない。

2　引用規格

なし。

3　定　義

この規格の目的から、下記の定義が適用される。

3．1　最大荷重

破壊時の荷重、あるいは荷重の増加なしに変位の増加がかなり進む場合の荷重、もしくはある特別の変位あるいはひずみに到達するまでの最大荷重。

3．2　木質構造

構造物の荷重負担要素の一部あるいは全部を形成する、部材あるいは部材の集合体（例：根太、トラス、床パネル、壁パネル）。

4　記　号

F	荷重［N］
F_{max}	最大荷重［N］
$F_{max,est}$	推定最大荷重［N］
G_1	構造物の自重［N］
G_2	適用長期荷重［N］
Q	種々の荷重の特性値［N］
T	負荷時間［sec］
T_r	回復時間［sec］
η	$F_{max,est}$を修正するための1以下の係数

5　一般的要求事項

建築物における材料および技術水準は、実用上、関連する仕様において許される最低限の質と寸法（精度）をもっていなければならない。木質構造物の部品および組立工程に関して、使用されると思われるものは明示しなければならない。試験時の含水率および温度条件は、使用時の条件に近いものを代表としなければならない。

しかしながら、同じ破壊モードを得るために異なった時間依存性を示す材料で構成した構造物に関しては、実際には（上記の条件から）外れてもよい。[*1]

6　静的加力試験方法

6．1　原　則

以下に示す試験方法の原則には、木質構造物に対する負荷方法の規則、荷重継続時間、これに対応する変形量の観察方法、試験結果の報告に関するものが含まれる。

6．2　試験体の数

[*1]訳者註：この一文に関しては意味不明。

試験結果のばらつきを許容するために、同じ設計の同一構造物をどの部分においても可能な限り試験しなければならない。

注）試験される構造物の数および選択される試験方法は、製品の確率変動、要求される信頼レベル、適用される荷重条件の数に依存する。

6．3　試験装置

荷重およびたわみの精度および荷重の測定は、±３％以内とする。

試験荷重は、実際の使用条件に近い方法で負荷あるいは維持しなければならない。使用条件をシミュレートするという場合以外は荷重点および反力点の偏心は避けなければならず、また、故意の拘束が存在しないように注意を払わなければならない。

6．4　準　備

構造物を構成する材料の密度および含水率を測定しなければならない。

実験室内で試験を行う場合は、試験構造物の通常使用条件によって特別なものが規定されていない限り、一般に、相対湿度 65 ± 5 %、温度 20 ± 2 ℃を維持しなければならない。

（上記の）要求されている値から逸脱している場合は、報告しなければならない。

実験室以外、例えば現場[*2]で試験を行う場合は、試験中の温度および相対湿度の環境条件を報告しなければならない。

6．5　手　順

6．5．1　基本加力手順

基本的な加力方法は、表１に示されるような０～７までの段階的手順よりなる。加力手順の代表図を、図１に示す。

[*2]訳者註："in situ"

表１　基本加力手順		
段　階	加　力　手　順	時　間　[sec]
0	G_1のみ存在、$F=0$	
0 － 1	$F=G_2$を負荷	
1 － 2	$F=G_2$を維持	≧１２０
2 － 3	$F=G_2+0.5\,Q$を負荷	≧１２０
3 － 4	$0.5\,Q$だけ除荷	≧１２０
4 － 5	$F=G_2+Q$を負荷	≧２４０
5 － 6	$F=G_2+Q$を維持	≧１２００
6 － 7 *	$\eta\,F_{max,\,est}$になるまで負荷	≧６００
*最大荷重速度は 毎分 0.25Q を越えないこと。		

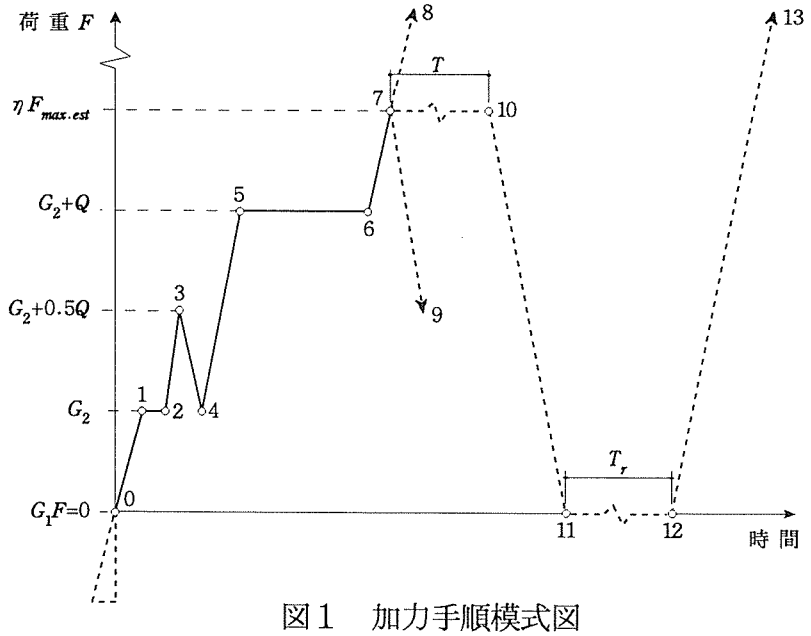


図１　加力手順模式図

６．５．２　最大荷重　－　手順１

手順１は、最大荷重F_{max}に到達するまでの荷重の増加を含んだ基本加力段階（０－７ステップ）から成る（図１、７→８ステップ）。

負荷の途中で有意な変形が生じた場合は、荷重速度を減少させる。

6．5．3　保証荷重　－　手順2

手順2は基本加力段階（0－7ステップ）から成る。すなわち、規定された荷重、$\eta F_{max,est}$（$\eta < 1$）に達した後に荷重を除去し、試験を終了するものである（図1、7→9ステップ）。

注）本手順は保証荷重、および一つ以上の荷重の組合せにおける耐力を試験する場合を意図している。ηの値は、最大耐力を評価する際に要求される信頼度に依存する。

6．5．4　長期変形量　－　手順3

手順3は基本加力段階（0－7ステップ）から成り、荷重 $\eta F_{max,est}$ を選択した時間Tだけ維持し、その後除荷し、その後選択した時間T_r経過後の変形回復量を測定する（図1、7→10→11→12ステップ）。

6．5．5　長期荷重負荷後の耐力　－　手順4

手順3に従うが、本手順の場合は構造物が破壊するまで負荷する（図1、7→10→11→12→13ステップ）。

注）手順3および4は、長期荷重下での変形量と長期荷重負荷後の最大荷重に関する研究を意図したものである。

6．6　結　果

（あらかじめ）規定された、あるいは構造物の性能を評価するために必要な幾つかのポイントにおいて変形量（例、たわみ）を測定しなければならない。最低限、最大変形量が予測されるポイントでは変形量を測定しなければならない。

荷重および変形量は出来るだけ連続的に記録しなければならない。最小限必要なことは、荷重を負荷するポイントあるいは除荷するポイント（すなわち、図1に示す各サイクルで印の付いているポイント）と、これに加えて上記の0．1$F_{max,est}$だけ荷重が増加する毎に記録するということである。

荷重が一定である間は通常、時間と変形量を連続的に記録しなければならない。それが不可能である場合は、少なくとも一定荷重の間に5回（開始点と終了点およびその間の3

点）記録しなければならない。

6．7　試験報告書

試験報告書は以下の項目を含んでいなければならない。

a）サンプリング手順。

b）材料の品質：樹種あるいはタイプ、等級、密度、含水率。（標準）仕様書からの変更点。

c）設計の仕様。仕様書からの変更点。

d）試験条件、これには試験方法、荷重の負荷範囲、荷重および変形の測定範囲、支持条件を含む。

e）試験結果。最大荷重、最大変形量。荷重／変形量曲線；変形量／時間曲線。

f）破壊の形式と位置。

g）破壊に寄与した材料の欠点の種類および大きさ。

h）異なった時間依存性をもつ材料から成る構造物に関する、一般的要求事項からの相違点。

i）温度や相対湿度といった環境条件、関連するならば、試験構造体に結果的に生じる含水率変化。

6　関連論文翻訳

6．1　Y.H.Chuiの論文：木質構造接合部の動的性能を特徴づけるための手法

木質構造接合部の「動的」性能を特徴づけるための手法

Y.H.chui[*1], I.Smith[*2] and G.Daneff[*3]

要　約

典型的に、機械的接合部をもつ木質構造物の設計に関する性能は静的単調荷重下で推定され、地震力下での接合性能が評価されてきた。その結果として、動的試験手法が必要とされており、同時に幾つかの独自の試験基準が開発されている。従って、試験方法およびデータの解析の両者に関する基準作成のための努力が緊急に望まれている。この点に関しては以下に示す事項が必須事項である。すなわち、変位の連続的変化、荷重の周波数、降伏点の定義、剛性および接合部でのエネルギー損失能の評価、である。

はじめに

機械的接合部をもつ木質構造物は、これら接合部の特性に大きく依存して地震力下で靭性挙動を示すが、木材自体も限られてはいるが靭性を持っている。接合部を含む木材部分の性能は、伝統的に単調静的荷重下で評価されている。地震国の大家からの要求は、木質構造接合部の「動的」挙動を特徴づけるための試験手法の開発を促進することである。

ゼロ点を通る周期型加力下での木質構造接合部（図１）の応答は、一般に、図２に示すような形状を示す。試験データの解析には、包絡曲線および履歴曲線を描くためのパラメータの評価も含まれている。標準的な試験方法では、加力手順に関する詳細だけでなく、設計に関する情報を抽出するためにどのようなデータ解析を行うかといったことも与えられなければならない。さらに、加力手順は、データ解析方法および試験を執り行う目的と独立であってはならない。木材工学の分野では、幾つかの試験方法論が科学者（例、Reyer and Oji, 1991）により米国（Dolan, 1993）や欧州（CEN, 1994）の規格草案も含めて提案されている。後者の２つは、それぞれASTMおよびCENになる予定である。

[*1]ニュー・ブルンスウィック大学（ＵＮＢ）、森林・環境管理学部助教授、
Frederiction, N.B., E3B 6C2

[*2]UNB、森林・環境管理学部教授

[*3]UNB、森林・環境管理学部助手

試験手順の規格化の目的は、もちろん、種々の試験機関からの試験データを比較できるようにするためである。提案されている試験方法では、この目的を達成するための過程で、構造システム応答の数値モデル化に必要な精密さが、試験パラメータ決定のための特性抽出における単純化により非常に多く犠牲になった。構造物の地震に対する抵抗への応用の際に第一のパラメータと思われるのが靭性率（降伏点での変位に対する終局での変位の割合）、エネルギー損失および耐力低下である。木質構造接合部は一般に明確な降伏点をもたないため、降伏点に対する恣意的な定義が靭性率を評価するうえで必要である。ASTMおよびCENの草案では、荷重－変位応答の包絡曲線から降伏点を決定するために２つの異なった方法が提案されている（図３、図４）。上記二つの草案は、一つの履歴曲線からエネルギー損失を評価する方法として賛同を得られているようである。しかしながら、加力形態については２つの草案で異なっている。

CEN規格草案にも、あらかじめ定めた靭性レベルにおける耐力低下を評価するための「短期」試験方法がある。この「短期」試験方法は、欧州での地震に対する設計規準（Beckerら、1993）における要求性能の分野に関してすりあわせをするための方法である。提案されているこの「短期」試験法の興味深い点は、提案された全ての方法についても言えることであるが、結果として得られるパラメータと最終的な応用との間を直接的に結びつける方法である、ということである。他の方法は、基本的に種々の研究所での試験データを比較できるようにするための道具である。この場合、最終的な目的－すなわち木質構造における機械的接合部の地震に対する性能を評価すること－のために得られた結果をどのように使っていくか、という指針はない。

本稿では、釘やボルトを用いた木質構造接合部の正負周期型荷重[*1]に対する応答特性およびそれにおよぼす試験パラメータの影響について論議し、標準試験方法にはどのような項目を含めるべきかをコメントしたものである。

ボルトおよび釘試験体の結果におよぼす試験パラメータの影響とその評価

New　Brunswick大学において、一本の釘および一本あるいは二本のボルトによる接合部に関する試験が実施された。釘の試験では、次のような４種類の加力形式を採用した。つまり、

・単調（増加）加力（monotonic ramp）、

[*1]訳者註："reversed cyclic loads"

・1 Hzと3 Hzにおける増加型周期形式加力
（steadily increasing cyclic load regime）、
・1 Hzにおける増加型繰り返し加力方式
（increasing repetitive load regime）、
である。これら釘の試験に関する詳細は、NiとChui（1994）を参照されたい。

釘試験より得られた荷重－すべり量データは、基本的に3つの異なった形に分類される。すなわち、

・小変形領域における、ループのくびれ[*1]が無視できる段階
・中変形領域における、俗に「葉巻型」とよばれるわずかなくびれが見られる段階
・大変形領域における、上記くびれがさらに明白となる段階

である。小変形領域では、比較的大きな釘の接触と釘の曲がりとが変形を大きく支配するのに対し、より変形がすすんだ領域では、釘内部の残留変形のために変形量0の点まで釘を戻すのに反対方向の荷重がより必要となる。このとき、釘のみが変形している。履歴ループの形状は他の試験体グループに関しても同様のものとなることが分かっている。履歴ループはそれぞれ以下のパラメータを用いて解析する（Dolan、1989）（図5参照）。

残留荷重	（load intercept）	（P_o）
P_oにおける剛性	（stiffness）	（K_o）
残留変形	（residual deformation）	（U_o）
最大変形	（maximum derformation）	（U_m）

包絡曲線は以下のパラメータにより定義される　（図4参照）。

初期剛性	（initial stiffness）	（K_{ini}）
強制剛性	（enforcing stiffness）	（K_{enf}）
低下剛性	（degrading stiffness）	（K_{deg}）
終局荷重	（ultimate load）	（P_{max}）

荷重速度に関して、終局荷重（P_{max}）は、大体において周期型加力による方が単調加力の場合よりも高い。単調加力下では終局後の応力低下が無いのに対し、ほとんど全ての周期型加力においてはK_{deg}は負となる。釘破損以前の接合部における良い靭性挙動は、低下剛性（K_{deg}）が強制剛性（K_{enf}）と同じ強度を示してから表れる。

[*1]訳者註："pinching"

釘試験における荷重サイクルに関して、反復性周期型加力試験[*1]の方が増加形式周期型加力[*2]よりも低下剛性（K_{deg}）が大きくなることが示すように、荷重を繰り返すことで高度の耐力低下を生じることが分かっている。これは、包絡線における耐力低下はエネルギー損失の関数であるという定理（Foliente　等、1992）を支持しているものと思われる。多周期型加力[*3]下では、釘接合部の耐力は同じ変形レベルまで負荷した場合、徐々に低下した。最大反力は、初期には釘によって伝達された力に対して木材が抵抗するが、その後同じめり込みレベルにおける反力が指数的に低下する。

１本あるいは２本のボルトの１面せん断に関する一連の試験では次の加力形式を採用した。すなわち、

- 単調増加型加力（monotonic ramp load）（荷重ケース１）
- 0.67Hzにおける、引張破壊に到達するまでの最大荷重（単調増加型試験で決定したもの）の10％、20％、40％の大きさの反復性周期型加力（repetitive　cyclic load）（荷重ケース２）

の２形態である。試験体は全て38㎜×89㎜のイースタン・スプルース（eastern　spruce）であり、負荷方向は繊維平行方向である。ボルトの大きさは、1/4、　3/4、1インチの３種類である。1/4インチおよび1インチの１本のボルトに対する典型的な荷重－すべり関係を図６、図７にそれぞれ示す。

ボルト接合された部材同士の摩擦に抵抗するため、試験初期には比較的大きな加力が必要となる。これは、0.5～7kNを越える負荷の間に生ずる初期すべり[*4]によっても分かるが、この初期の力はボルト直径およびボルト数により増加する。従って比較的大きいすべりはボルトの「なじみ[*5]」に支配され、曲線が変曲点を迎えるより以前に観察される。初期剛性は、ボルトの直径および数の増加に伴って増加する。強制剛性（K_{ent}）は初期剛性（K_{ini}）と同様な特徴を示し、ボルト直径および数の増加とともに値が増加する。

これらの曲線（図６、図７）を他の同様の試験から得られたもの（Gutshall　and　Dolan, 1994）と比較すると、履歴曲線のすべり量軸方向のくびれの程度は、図６、図７の結果の

[*1]訳者註："repetitive cyclic test"

[*2]訳者註："steadily increasing cyclic load"

[*3]訳者註："multi-cycle loading"

[*4]訳者註："zero slip"

[*5]訳者註："set in"

方がより小さかった。この違いは、GutshallとDolanの行った試験（1994）における接合部の回転拘束に起因すると思われる。従って、標準試験方法には接合部の拘束方法も含めることが必要である。

1/4インチのボルトからなる試験体の場合、ボルトが降伏し、破壊時にはボルトが部材の一方から引き抜けていた。大径のボルトからなる全ての接合部は部材（木材）自身の脆性破壊が生ずる前に木材のめり込み破壊が生じた。1インチのボルトからなる接合部の一部は、負荷している点に最も近いボルト先孔を含む面内に引張破壊が主に生じた。

１本のボルトと２本のボルトとの比較では、終局荷重（P_{max}）の増加が全ての場合について43％以下であった。同じ接合形態での単調加力試験で得られた終局荷重と周期型加力試験で得られたそれとの比較では、単調加力試験下での方が高い荷重を記録した。

標準試験手法における必須特性

標準化された試験手法は、２つの部分、すなわち、加力形式と測定データの解析とからなる。地震による建物の加振は変位を引き起こすが、地震に対する抵抗性能への適用を目指した「動的」性能を特徴づけるための加力形式は、むしろ変位制御がよい。木材接合部に関しては、接合部が同じ変位レベルでの反復性加力下にある場合に応力低下を引き起こすことが試験により明らかにされた。この応力低下は幾つかの場合、大変重要なものとなる。例えば、NiとChuiが釘接合部に対して行った試験が示すように、１サイクル後の低下は10％であった。応力低下の割合は、周期型繰り返し加力のループ数の増加に伴って、指数関数的に減少し、応力低下はおよそ５サイクル以降は安定してくるようである。従って提案する加力形式には、少なくとも５サイクル以上の、連続的に変位を増加させる段階を含めなければならない（図８参照）。ASTMおよびCEN草案の方法では、サイクル数はそれぞれ５サイクルおよび３サイクルと規定されている。従って、CEN草案の標準試験法は、この点については適当ではないようである。このことは、上記の基本となった釘およびボルト接合部の試験結果に関しても当てはまるようである。

木材の機械的性能が荷重速度に依存するということはよく知られている。従って、荷重の周波数は、NiとChuiの実験（1994）が証明しているように接合部の耐力および剛性に影響を与える。しかしながら、「高」周波数の荷重（およそ2Hz以上）は、試験機加力ヘッドの慣性の影響による木材の先行破壊の原因となる。著者らが欧州で行った木造フレームに対する地震応答の数値解析によれば、木造フレームにおける接合部を過去の地震記録に基づいて加振した場合の周波数は、一般的に上記の地震記録の卓越周波数よりもずっと低

くなる。従って、「低」周波数荷重（0.25 – 0.75Hz）を用いるのが適正であるようである。

前節で議論したように、もし特別なディティールがなければ、余分な変形[*1]を最小に抑えるために試験治具に試験体をどのように設置し、固定するかということに関して手引き書が必要である。余分な変形はエネルギー損失あるいは靭性率の過剰評価に結びつく。

標準化された試験手法のための２つ目の項目は、データ解析の手法に関連する。履歴ループが接合部のエネルギー損失能に支配されているのに対して、包絡曲線は終局荷重に達した後の靭性性能や耐力低下に関する情報を与える。ChuiとNi（1995）が示しているように、構造的応答に対する外部減衰[*2]は履歴ループの面積の増加によって与えられる。従って、履歴ループの面積計算は、上記の両規格草案でも指摘されているように、非弾性域での接合部の減衰能の指標となる。Eurocode　8草案では「弾性」粘性減衰率は木質構造に関しては5%とするよう推奨している（Beckerら、1993）。減衰能の多大な増加は、接合部のような構成要素の履歴挙動により生じるものである。試験およびデータ解析に関する標準化された手法の有効性は、木質構造物の粘性減衰率をより正確に推定できることにある。

降伏点の定義に関しては、いくつもの提案があり、それらに関して議論されているところである。上記の議論のように、荷重－すべり応答関係を調べた結果、木質構造に関しては明確な降伏点がないことが分かる。しかし、塑性変形の開始点は、履歴ループの形状を調べることにより探すことが出来る。先に議論したとおり、履歴ループの形状に関して、くびれのない細い葉巻型からくびれ型となるような移行点がある。この移行点が降伏点としてより適当ではないかと思われる。

地震下での接合部の性能に関する有用な情報を与えるような、その他のパラメータとしては接合剛性がある。提案されている試験方法では、包絡曲線を表現するためにバイ・リニア関係を用いる傾向にある。２つの直線の勾配は、従って、それぞれ初期および終局の剛性を示す。靭性のある構造物が地震荷重を受けた場合、初期変形量は初期剛性に支配される。加振レベルが増加し、「終局」剛性に支配される領域に入るに従って、構造物は柔らかくなる。従って、この領域での荷重－すべり量曲線の勾配は、過荷重下での構造物の変位に関する指標を与える。幾つかの提案、例えばASTM草案（Dolan　1993）では、バイ

[*1]訳者註："unintentional deformation"

[*2]訳者註："extra damping to a structural response"

・リニア関係の計算は平衡エネルギー法に基づいており、初期荷重点[*1]（図３参照）以後のバイ・リニア関係については勾配が０（すなわち、水平）と仮定している。他の提案、例えばCEN草案では、剛性を包絡曲線（図４参照）の初期と終局部分の正接としている。この方法で問題なのは、計算するために採用する部分の選択において主観性が入ることである。しかし、２つの方法で計算された剛性がシステムの応答性能にどのように影響を与えるかを比較することは興味深い。

この目的のために、同じ木造フレームに関してChuiとNiが計算した結果をここで解析してみた。フレームは３つの部材、つまり、２本の柱と１本の真直な梁とからなる。柱の高さは 5mであり、スパンは10mである。柱の土台における支持はピンであると仮定し、柱－梁の結合はChuiとNi（1995）が論文中に示したようなモーメント－回転角履歴をもつ半剛接とする。解析に用いたプログラムはDRAIN-2Dであり、El-Centro地震の揺れに対するフレームの応答を決定した。包絡曲線を決定する３つの方法について検討した。すなわち、

1．ASTM草案
2．CEN草案
3．参照として考慮したトリ・リニアー関係

である。解析は、地震の初期24秒間について行った。図９は３つの方法における梁の水平変位を示したものである。図９から、初期の応答については３方法で同様であることが分かる。これは、接合部の初期剛性が３つのケースについて同じであったためと推測される。実際、第２および第３の方法では同一の初期剛性を仮定した。応答強度は約 8秒後から異なってくる。この点以降は、第１の方法が過大の評価を与えているのに対し、第２の方法では過小評価となっている。参照ケース（第３の方法）の場合は、応答がピークに達した約15秒以降は（応答が）鈍くなっている。第２の方法でも同様の傾向が見られるが、振幅はより小さくなっている。これはおそらく、この領域で直線を用いていることにより終局剛性が過剰に評価されているためであろうと考えられる。これとは対照的に、第１の方法による応答評価は増加し続けている。これは、ASTM草案の方法ではこの領域で剛性を０と仮定しているため、過剰に柔らかく評価されているためと思われる。従って、終局正接剛性を０と仮定する方法は、不適当であると思われる。このことから、包絡曲線データの解析において終局正接剛性を正確に示すことが大変重要である、ということが分かった。

[*1]訳者註："intersection point"

要　約

試験方法およびデータの解析の両者を標準化するための努力の必要性は、機械的に接合された木質構造接合部を統一的に評価することの効果の重要性にある。これに関連して、以下に示す標準化された定義も重要である。連続変位（増加型、段階変化、 5サイクル）、「低」周波荷重（0.25～0.5Hz）、接合部のエネルギー損失能（履歴ループ領域）、降伏点の定義、接合剛性の評価（包絡曲線の表現）。

参考文献

Becker,K,Ceccotti,A,Charlier,H,Katsaragakis,E,Larsen,H,J,and Zeitter,H, 1993.：Eurocode 8 –Part 1.3– 5章　地震地域における木造建築物に関する特殊規定 － 規格草案委員会作業報告書、CIB作業部会W18第26回会議録、Athens,Georgia, 8月

CEN 1994年版 木質構造 － 試験方法 － 機械的接合具による接合部の加振試験（草案）、EN TC 124.117、欧州規格委員会、Brussels

Chui,Y.H.,Ni,C.　1995：半剛接モーメント接合部をもつ木造フレームの動的応答、第7回カナダ地震工学会議議事録、Ecole Polytechnique、Montreal

Dolan,J.D. 1993：木質せん断壁の動的応答、博士論文、British Columbia大学土木工学部、Canada

Dolan,J.D.　1993：機械的接合具からなる接合部の動的性能を求めるための試験法に関する提案、CIB作業部会W18第26回会議録、Athens,Georgia, 8月

Foliente,G.C.,Singh,M.P.,McLain,T.E.　1992：自然現象の危険荷重下における木質構造物の応答解析、木材製品および木質構造物に関する技術フォーラム、Las Vegas,Nevada,USA

Gutshall,S.T.,Dolan.J.D.　1994：釘およびボルト接合部の単調あるいは周期型荷重に対する短期的性能、報告書No.1994–05、木材科学•林産学部、Virginia工業試験場・州立大学

Ni,C.,Chui,Y.H.　1994：動的荷重に対する釘接合部の応答、1994太平洋木質構造会議議事録、Queensland工科大学、Vol.2.9–18

Reyer,E.,Oji,A.O.　1991：木質構造－機械的接合具からなる接合部－試験方法の提案、委員会資料 TSA/19、RILEM技術委員会 TC109 TSA 木質構造物の地震下での挙動、France

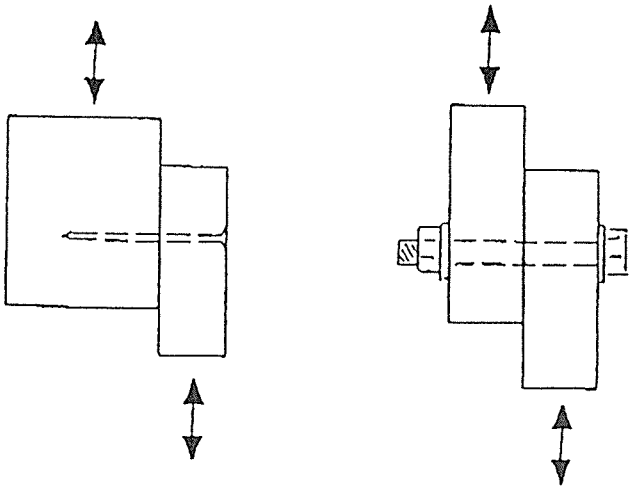


図１　周期的に加力される釘およびボルト接合部の典型例

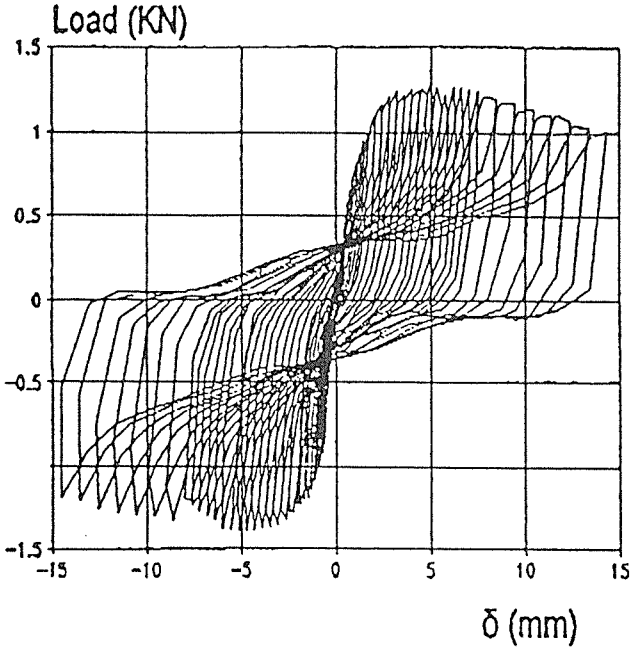


図２　釘接合部の履歴曲線

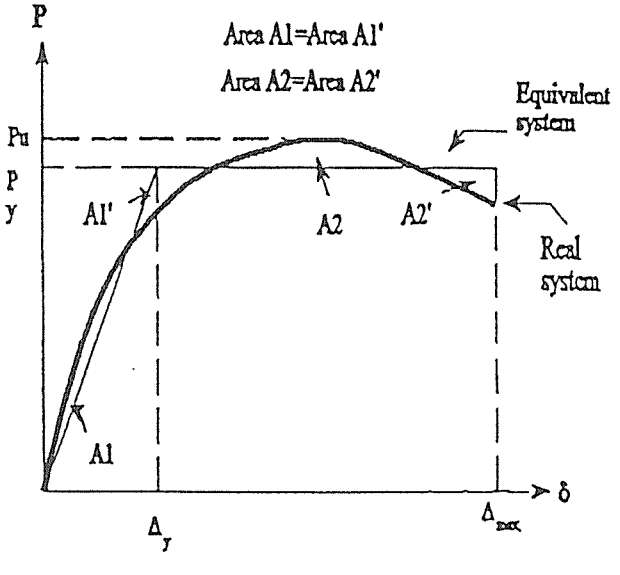


図３　ASTM草案における降伏点（Dolan, 1993）

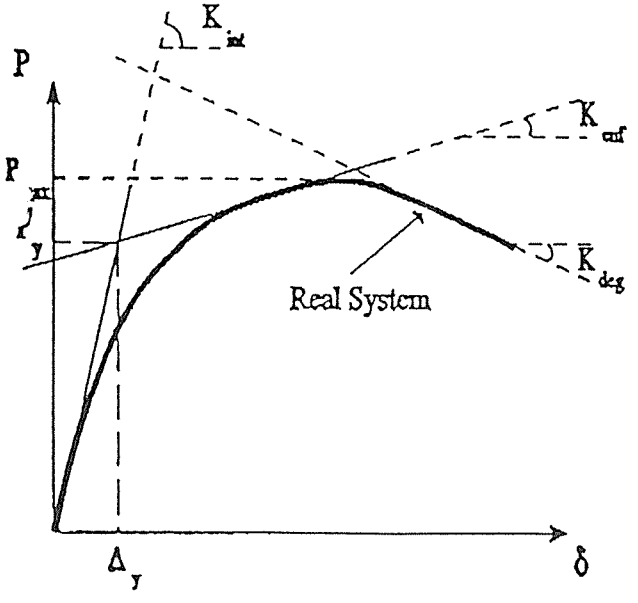


図４　CEN草案における降伏点（CEN,1994）

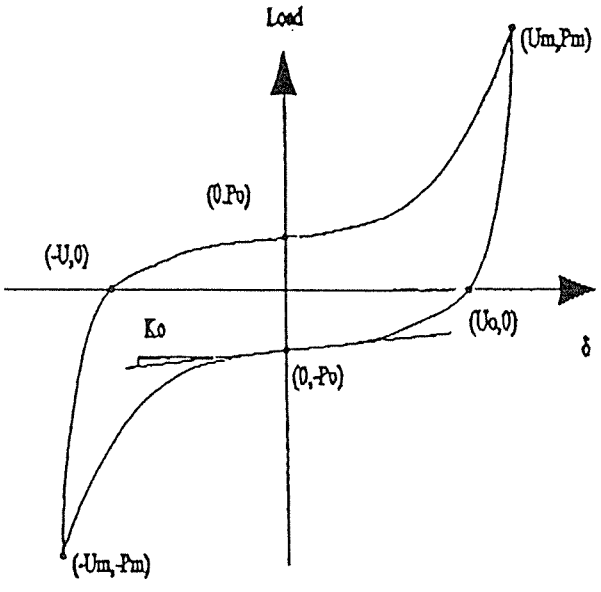


図５　履歴曲線のパラメータの定義
（ Dolan,1989）

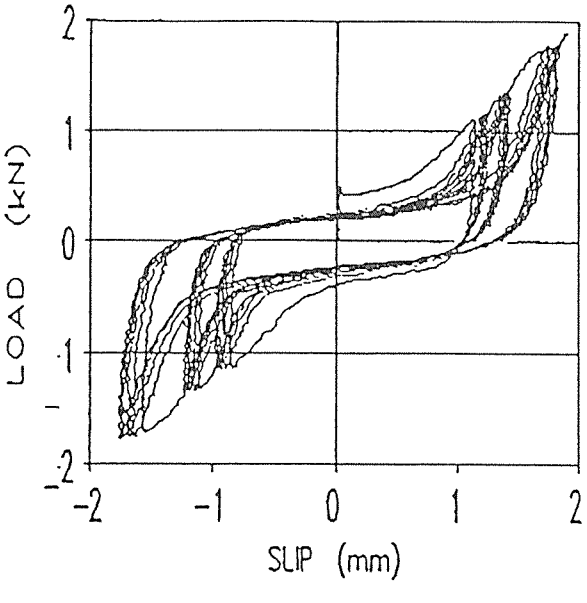


図６　1/4インチボルト試験体の履歴曲線

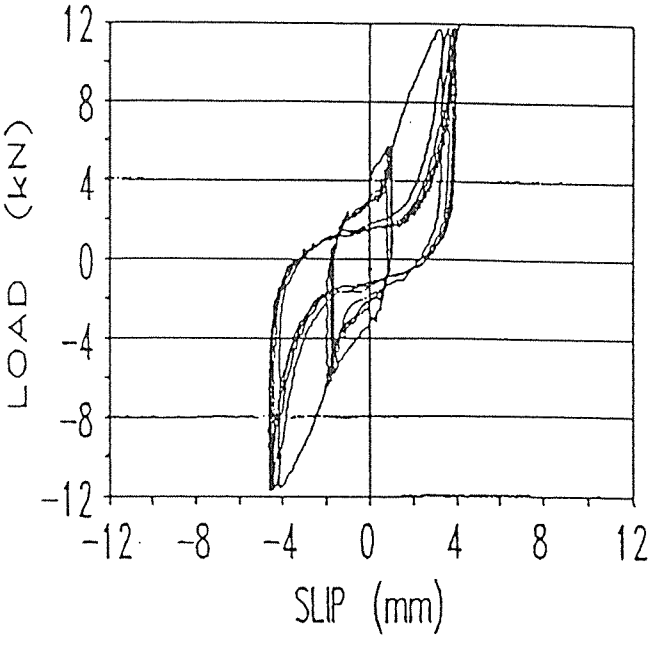


図７　1インチボルト試験体の履歴曲線

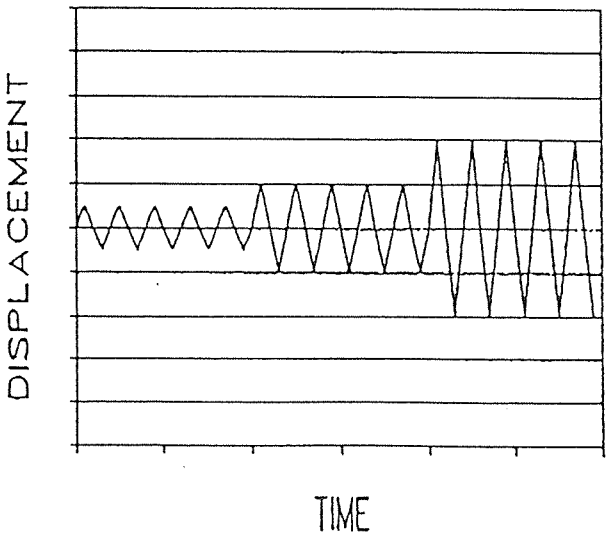


図８　各変位段階５周期の加力パターン

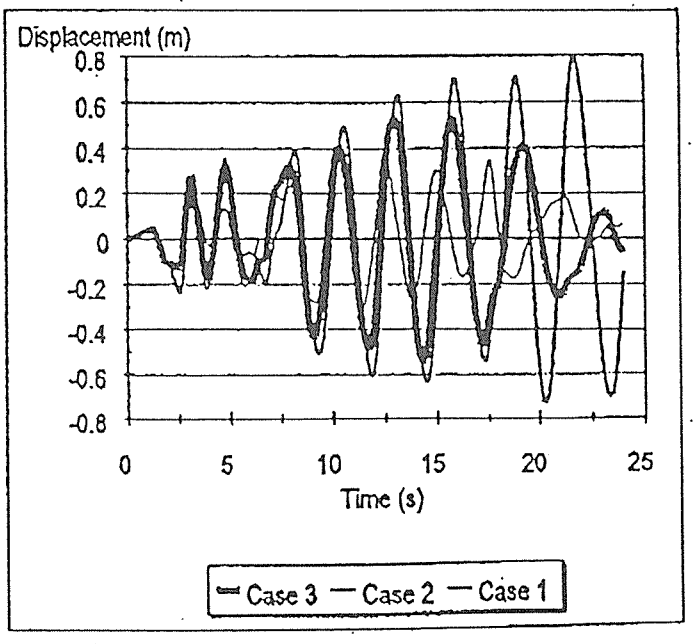


図９　変位－時間曲線

6．2　J.D.Dolanの論文：機械的接合部の動的特性に関する試験方法の提案

機械的接合具を用いた接合部の動的特性に関する試験方法の提案[1]

アメリカ合衆国24061-0503、バージニア州、ブラックスバーグ、ランブル街1650
バージニア工科大学および州立大学、ブルックス林産研究所、木材工学助教授
J.D.ドラン

序

せん断を受ける、機械的に接合された木材および木質材料は、木造建築の地震や突風に対する応答時の、エネルギー吸収および靱性の主たる要素である。これらの接合部の減衰や動的剛性の特性は、構造設計にしばしば必要となるが、機械的接合部の現行基準の試験方法は、通常一方向の静的加力に限定されている。荷重の種類、速度、強さなどの試験条件が動的特性に影響を与えるので、静的試験によるデータから動的加力時の推定を行うことはできない。時には特殊な動的試験や仮動的実験が行われてきたが、これらの試験は基準としては確立していない。提案する試験方法は仮動的加力下の接合部のためのもので、Porter (1987) により提案された連続段階的変位法 (Sequential Phased Displacement Procedure) と、Polensekにより完成された作業[2] とに含まれる方法を取り入れている。この試験方法は、ReyerとOji (1991) により提案された方法にも類似したものである。比較が可能なデータを作成し、試験データの変動を生む元となる試験体の組立や試験の方法論あるいはデータの評価における変動要因を除去するために、この試験方法を用いることが推奨される。これらのデータは、地震や激しい風を受ける建築物の使用時に想定されるのと類似の状態を反映している。

機械的接合部は、地震荷重時や風荷重時の多くの木構造に、靱性とエネルギー吸収手段とをもたらす。靱性やエネルギー吸収に影響を与える要因には、木材および木質材料の物理的あるいは機械的特性、接合具の寸法、形状、表面状態、加える荷重の速さと強さ、接合部の組立時から加力時までの間の物理的な変化、加力方向に対する繊維の方向、データの評価方法などが含まれる。

標準試験方法では、接合具の種類や寸法、木材の特性、組立技術、組立から加力時まで間の調整が、評価対象として認められている。試験方法やデータ評価方

---

[1] 第２６回ＣＩＢ　Ｗ１８（米国ジョージア州アーセンズ、１９９３年８月２３日－２７日）の発表用に準備された論文

[2] 本基準の一部は、Polensekにより書かれた草案（１９８８）（ＡＳＴＭの委員会には未だ提出されていない）を取り入れている

法における相違は結果に重大な影響を与え得るので、異なる試験の試験結果が比較され得るよう、標準的方法が詳述され、遵守されることが重要である。

この試験方法では、木造で用いられる典型的な機械的接合部に完全正負繰返し加力を加えることにより、その動的な横方向（せん断）応答を評価することを意図している。この試験方法は、単一接合具の接合部の性能を求め、様々な材料に対して比較可能なデータを与える。この試験方法は、木材や他の建築材料すなわち合板やハードボード、鋼材、コンクリート、組積材料あるいは複合材料などのどんな種類や寸法の接合の評価にも用いることができる。さらに、特定の目的のために必要な場合には、様々な種類の釘、ステープル、ねじ、ボルト、またはこれらの仕様と異なる接合具、あるいは２つ以上の接合具を有する接合部などの横方向（せん断）抵抗の評価にも用いることができる。

この試験方法により、機械的接合部の等価エネルギー降伏耐力、履歴等価粘性減衰、動的剛性、靱性、および能力を評価することができる。本試験方法では、接合部の数値モデル化に用いるため、実験記録からせん断力－すべりの履歴曲線を求めることも意図している。

試験方法

設備

動作速度と繰返し荷重強さとの双方が１％以上の精度で制御される、２方向の完全に正負反転する繰返し荷重モードによる操作が可能であるような適当な試験機であれば、どのようなものでもこの試験に用いることができる。しかしながら、油圧加振器は本試験で用いられる段階的変位波形に追従するため、コンピューター制御されなければならない。

つかみ治具については、真の軸方向力で完全に正負反転する加力が得られるよう、試験体の一端を試験機の稼動ヘッドに取り付けられるものが必要である。さらに、図１に示すように、つかみ治具は荷重の作用線が接合部の接触面と同一平面になるように、試験体を支持しなければならない。

試験機の圧縮、引張り両方向に対して動かないよう、試験体の固定側が支持できる試験治具を製作しなければならない。固定治具は、試験体が接合部の接触面に対して垂直の方向に動くことも防ぐものとする。固定治具の目的は接合部に加わる荷重が、接合具に対するせん断力からせん断力と軸力の複合力へと変化することを防ぐことである。拘束治具と試験体との間の摩擦を最小限に押さえるためにはローラーを使用する。図２ａ－ｅは、こうした試験治具を示す。試験体の両端は、すべりを防ぐようにクランプ、ピン、ボルト、クランプとピンの組合せなどにより固定する。図２ａは、治具のみの状態を示す。図２ｂは、試験体端部を

加振器に取り付けるためのつかみ治具を示す。図２ｃ－ｅは、試験治具中の試験体の設置状況と接合部のすべりを測定するのに用いる線形可変（一方向）変位変換器の取り付け状況を示す。

０.０２５ｍｍ（０.００１インチ）の分解能を有する少なくとも２台の一方向変位変換器（ＬＶＤＴ）、または、加力時の接合部材間変位を測定するのに適当な他の装置が、接合部すべりを測定するために必要である。図２ｃからｅはＬＶＤＴが取付けられた試験体を示す。荷重と両側のＬＶＤＴの変位の測定値は、解析のために履歴曲線が正確に再現できるよう、最小間隔で１サイクル当たり１００回（１００Ｈｚ）の読取りを行うアナログ－デジタル変換器を有するコンピューターにより記録しなければならない。接合具位置での接合部のすべりを求めるために２台のＬＶＤＴの読取り値は平均をとる。

試験体の説明

試験体は試験対象材料の２本の角柱から成り、接触面に対して正しい角度で設置された１本の機械的接合具で接合される。試験結果が、木材の節といったような母材の自然上または製造上の特性により影響を受けないよう、部材を選択し、また接合具の位置を定めなければならない。木材の接合部では、多くの場合このために、完全無欠点の繊維が通直な部材を選択する必要が生じる。試験は、母材の主要特性方向に対して平行（ａ）と垂直（ｂ）の加力を受ける、それぞれの接合部に対して行わなければならない。図３は２～３の典型的な試験体構成を示す。接合部の固定側とするか試験中に動く側とするかは、材料に対する加力方向の様々な状態を必要に応じて作れるよう、変化させることができる。

接合材料の幅、長さ、厚さは、必要な縁距離、端距離、および接合具が設置された後の正味残り断面を考慮して選択する。試験体の部材の厚さは、使用時に想定される厚さを反映するものであることが望ましい。しかしながら、部材寸法の影響が研究対象の変数となり、寸法が変化する場合もあり得る。そうでなければ、試験体の寸法は、通常、接合具の寸法と種類によって決定される。

試験体のボルト穴は、接合具の直径より０.８から１.６ｍｍ（１／３２インチから１／１６インチ）の間で大きくなければならず、また、接合具が良く荷重を支えられるよう、穴の表面が平滑で均一となるように、穴は注意深く表面に直角にあけなければならない。一つの接合部に２つ以上の接合具を設ける仕様の場合には、穴の中心を正確に合わせることが必要である。

ボルトに対しては、「連邦仕様書ＦＦ－Ｗ－９２　金属製、平（平らな）、座金」に準じた重厚な丸座金－以下標準座金と言う－を部材表面とボルト頭、ナットの間に設けなければならない。接合部の接触面は通常の接触状態にしなければならない。木材や他のクリープを有する材料に対しては、クリープにより接合部が時間とともにゆるむ結果となるので、その場合にはナットを後退させ、「指締

め程度」に締め直さなければならない。

接合部耐力に及ぼす接合材料の含水率の影響を評価する特別の試験を除いては、乾燥材料（木材の場合は含水率１２％）で組み立てられた試験体を用いて試験を行わなければならない。材料特性が含水率や温度によって影響を受ける場合には、試験体は試験前まで制御温度２０°±３℃（６８°±６°Ｆ）、制御相対湿度６５％±３％の部屋に、ほぼ平衡状態に達するに十分な時間、保管しなければならない。ほとんどの木材の試験体では、これらの条件にさらすことにより、含水率はほぼ１２％となる。非常に乾燥した材料あるいは湿った材料、または上記と異なる温度条件を用いる特別な試験では、希望する含水率や温度を、試験の前および試験中に維持するよう注意しなければならない。

打込み型接合具に対する試験のように、遅延試験（時間経過後の試験）を必要とする特別の状況を除いては、試験は組立から１時間以内に行わなければならない。打込み型接合具を用いた試験体は、接合部周辺の材料が緩和するよう、上記の相対湿度と温度の条件に最低１４日間置かなければならない。

客観的で偏向が無いように標本となる試験材料を選択することが肝要であり、偏向を避けるために適切なサンプリング技術を用いることが望ましい。使用する母材と同様、接合具の選択においてもこの原則が適用される。その材料に広く適用される信頼に足る一般的平均値と変動を得るための試験を済ませた材料が、試験結果に影響を与えかねない物理的特性を適正に定め得る技術によって、無作為に選択される必要がある。原因と影響を検査したり関係を明確化したりする実験のような、より限定された実験で要求されるサンプリングは、それ相当に、より限定されたものであって良いが、試験計画の目的に適っていなければならず、また、偏向の無い方法を用いなければならない。

あらゆる状況下において、試験は信頼に足る結果をもたらすよう十分な量でなければならない。統計学上の方法による解析を意図している場合には、経験と事前の判断を用いて、期待する信頼性を得るのに必要な試験の範囲とサンプリングの種類を定めなければならない。しかしながら、最低１０個の複製品（同一条件試験体）が、それぞれの調査変数に対して必要である。ある種の条件下では、より多数の観察が望ましい。要求される精度とそれに伴うサンプリング方法や試験の数は、その試験特有の目的に依存する。一般的な経験では、接合具の試験による変動係数は、１５％から３０％までの範囲にあることが示されている。このような場合には、９５％の信頼（採用されることの多い一般的な信頼性の値）で５％から１０％の精度を得るためには、大量の試験が不可欠である。

載荷

この提案基準で用いる方法は、日米共同地震研究計画の組積造研究共同技術協力委員会（ＴＣＣＭＡＲ）で用いられた「連続段階的変位」（ＳＰＤ）法を僅か

に修正したものである。この方法は、試験時に実時間の地震荷重を受けない部材を比較するための統一原則としてＴＣＣＭＡＲで役立っている。この方法では、第一重要事件（ＦＭＥ）が起きるまで、徐々に大きさが増す正負繰返し変位を加える。その後、加力は安定化サイクルと剛性低下サイクルを行い、次いで次のより高い変位増加量に進む。この手順は破壊まで繰り返される。

破壊は試験体が全く荷重を負担できなくなる時の、劇的な破壊と定義されることが多い。しかしながら、ある種の接合部では、試験の目的に即して研究者により破壊が定義されることもある。最大変形は多くの試験で適用可能な一つの定義である。

Porterによって記術されたＳＰＤ法（１９８７）は、木材接合部の応答が加力速度に依存するという事実を考慮して、準静的変位速度から仮動的変位速度に修正されてきた。その結果、接合部の応答が地震や強風の際に想定される範囲の振動数に近づくよう、１．０Ｈｚのサイクル振動数が用いられている。変位は完全に反転する三角形の正弦曲線状の傾斜関数であり、変位の大きさを変化させる間繰り返される。実験による荷重－すべり曲線上の特定点から、接合部の動的特性の計算のためのデータが得られる。

本加力方法では、変位レベルが低い弾性挙動の間は、それぞれの増加レベルにおいて反転する３サイクルの繰り返し変位が通常用いられる。最初の降伏かまたは非弾性的挙動が生じる前に、それぞれ３サイクルを有する少なくとも３回の増加（場合によってはそれ以上が必要となる）を行なわなければならない。非線形挙動の最初の降伏が生じる前の変位レベルは、試験する接合部の種類によって選択する。最初の変位は予期される降伏変位のほぼ０．２５倍、次が降伏変位の０．５倍、０．７５倍としなければならない。この方法の概要を図４に示す。

降伏が生じた後は、連続段階的変位（ＳＰＤ）加力方法を用いる。それぞれのサイクルの組の変位は、先行するサイクルの組より強められる。降伏後の増加するサイクルの組のそれぞれには、徐々に減少する４サイクルが付加される。これらの減少サイクルは、一定量増加した変位で始まり、そのサイクルの組の最大変位の０．２５倍の割合で減少する。図４に示すように、これらの減少サイクルに続いて、前のサイクルの組の最大変位の大きさを持つ３サイクルを行う。前の最大変形の３サイクルに続いて、試験体には次の変位増加量での繰り返しが加えられる。従って本加力方法は、変位歴の各段階から成っており、その段階は、それぞれの段階もしくはサイクルの組ごとに、最初の増加変位、続いて４つの減少サイクル、続いて３回以上の最初の変位での（繰り返し）サイクルから成っている。表１に本方法のステップごとの例を示す。図５に変位パターンの１段階を構成するサイクルの組を示す。

減少サイクルに続く３サイクルは安定化した履歴曲線を決定するために用いら

れる。２回目と３回目の繰り返しの間の荷重低下は５％以下でなければ成らない。もしそれより大きな荷重低下があれば、履歴が安定するレベルを決定するため、この段階のサイクルの組で、サイクルの回数を増やして試験を繰り返さなければならない。この安定化した履歴曲線は、接合部の安定化エネルギー吸収を算出するのに用いられる。

ＳＰＤ法は、多くの試験で用いられる通常の単調加力や単純な正負繰り返し加力パターンよりも正確に、地震や風の入力パターンを再現する。この方法の背景にある根本原理は、２つの主たるコンセプト、すなわち、得られた履歴曲線中の下の点を求めるために変位を減少させること、そして安定化履歴曲線を見出すこととという２点に集約される。減少サイクルを用いることにより、得られた履歴曲線中の下界を確認することが可能となる。

重要な変数

接合部の能力は、試験全体を通して記録された最大荷重で決定され、これに対応する変位は最大変位と呼ばれる。もし、設計者が必要とするならば、加力時の変形によって接合部の能力を制限しなければならない。また、最大変位は、必ずしも接合部が試験時に経験した最大すべり量を指すものではない。

正負繰り返し加力を用いた場合で、理想的な完全弾塑性挙動を示さない系に対しては、降伏耐力と塑性率は（それぞれ）通常の最初の非線形点と降伏後に一定量変形する能力とを意味しない。従って、本試験方法に対しては等価な弾塑性系が定義されている。図６は理想的な弾塑性系と接合部の安定化履歴曲線の包絡線から求めた荷重－変形曲線とを示す。弾性域の直線および塑性域の直線は、囲まれる面積が等しくなるように、すなわち、等価な系が試験体の包絡線と同じエネルギーを示すように描かれている。別の言葉で言えば、面積A_1とA_1' は等しく、また同様に面積A_2とA_2'は等しい。

降伏耐力は従って図６に示すＰｙで定義され、塑性率は最大変形と降伏変形の比で定義される。その結果、塑性率Ｄは

$$D = \frac{\Delta max}{\Delta yield}$$

塑性率は繰り返し荷重時の性能の指標として完全に信頼に足るものではない。この方法で定義される靱性は変位歴の安定化履歴曲線に基づいている。がしかし、安定化ＳＰＤ段階を過ぎてサイクル数を増加させた時に生じる、剛性や荷重能力の低下を反映していない。

ある変形レベルにおける接合部の履歴エネルギー吸収能力は、同じ変形時の安定化履歴曲線で囲まれる面積を積分して算出される。積分は簡単なシンプソン法アルゴリズムかまたは同等の方法を用いることにより可能である。

繰り返し剛性、もしくは動的剛性、ｋｃは、繰り返し加力時に生じる挙動の変化を明示するのに役立つ。このことは系のパラメトリックな変化を比較する際に特に当てはまる。繰り返し剛性は、試験におけるそれぞれの変形段階での安定化履歴ループの、荷重－変形の正負（両側）の最大値を結ぶ直線の傾きを計算することで決定される。繰り返し剛性を図７に示す。剛性の低下は、あらゆる種類の接合部について求められるべき、非常に重要な挙動の特性である。なぜならば、接合部剛性は、その接合部が存在する構造部材の挙動に直接の影響を与えるからである。

等価粘性減衰ζは構造物の動的応答の減衰特性の比較や数値モデル化によく用いられる。提案する試験方法で試験された接合部の等価粘性減衰は、安定化履歴を用いて計算される。等価粘性減衰を求めるのに必要な面積を図８に示す。履歴エネルギーは履歴ループの内部に囲まれた面積であり、先に述べた方法で求められる。接合部のポテンシャルエネルギーは三角形ＡＢＣとＣＤＥに囲まれる面積である。これより等価粘性減衰ζは、次式を用いて算出される。

$$\zeta = \frac{\text{履歴エネルギー}}{2\pi \cdot \text{ポテンシャルエネルギー}}$$

次のような点を調査するために、この試験方法を用いた補足試験を行っても良い。めり込み面積の影響、径長比（Ｌ／ｄ）の接合部間の関係、主要材料特性方向に対する加力角度の影響、最小の縁距離端距離およびその変動の影響、各接合具に可能な材料の最小厚さとその変動の影響、複数の接合具間の主要材料特性方向に並行と垂直双方の最適間隔とその変動による影響、材料の含水率の影響、その他、接合部の性能に影響を与える要因による影響など。

結論

標準試験方法として提案してきた新しい試験方法について述べてきた。本方法は、日米共同地震研究計画の組積造研究共同技術協力委員会（ＴＣＣＭＡＲ）で

用いられた連続段階的変位法を修正したものである。この試験方法では、機械的接合部の安定化履歴に基づいて、等価エネルギー降伏耐力、履歴減衰および等価粘性減衰、動的剛性、靱性、および能力を評価することができる。接合部の数値モデル化に用いるため、実験記録に基づく荷重－すべりの履歴ループを求めることが可能である。

謝辞

筆者は米国森林紙協会からこの作業のために研究プロジェクト番号230-11-110A-023-822663-1を通じて得られた協力に対して感謝の意を表する。

参考文献

連邦仕様書 ＦＦ－Ｗ－９２ 金属製､平（平らな）､座金、ＡＮＳＩ Ｂ１８．６．１ 溝穴付埋込み頭を有する木ねじの米国基準

Porter,M.L.、１９８７年、「ＴＣＣＭＡＲ試験のための連続段階的変位（ＳＰＤ）法」、日米共同地震研究計画、組積造研究の共同技術協力委員会第３回会合プロシーディング、トマム、日本

Reyer,E.、A.O.Oji、１９９１「木構造－機械的接合具による接合部－提案試験方法」、ＬＩＲＥＭ ＴＣ１０９ ＴＳＡ会合（英国ワットフォード）での発表

表１　ＳＰＤ加力の方法（図４に概略を示す）

サイクルの番号	説明
１～３	予期される降伏変位の約２５％で、変位の完全正負繰り返しを加える。
４～６	予期される降伏変位の約５０％で、変位の完全正負繰り返しを加える。
７～９	予期される降伏変位の約７５％で、変位の完全正負繰り返しを加える。
１０	降伏変位までの変位を加える。 この変位は、連続したサイクルの組のそれぞれで、降伏変位まで増加させる。
１１	サイクル１０の７５％まで変位を加える。
１２	サイクル１０の５０％まで変位を加える。
１３	サイクル１０の２５％まで変位を加える。
１４～１６	サイクル１０の変位で、変位の完全正負繰り返しを加える。
	サイクル１０から１６までのサイクルの組は靱性に富んだ接合部の場合には、連続する組のそれぞれに対してサイクル１０の変位を降伏変位量づつ増加させながら、接合部が破壊するまで繰り返す。脆性的な接合部の場合は増加変位の増加量を降伏変位の２５％としなければならない。

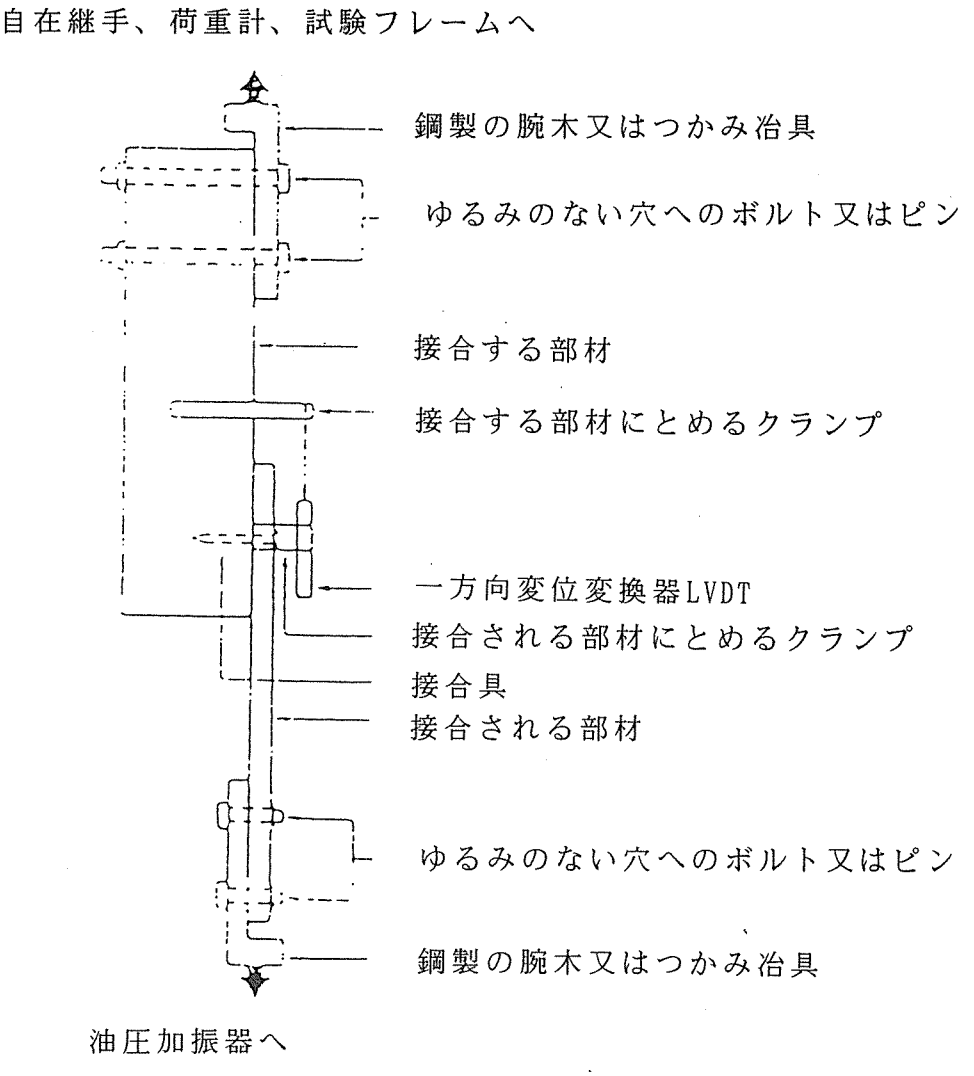


図１.繰返し加力を受ける試験体の試験状況

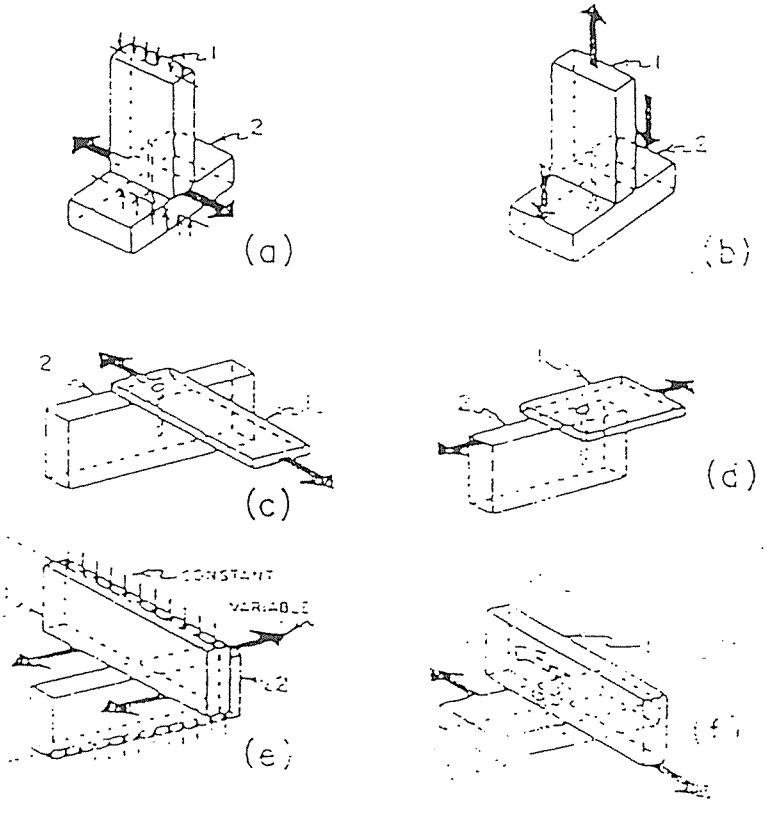


図３．接合部の典型的形状

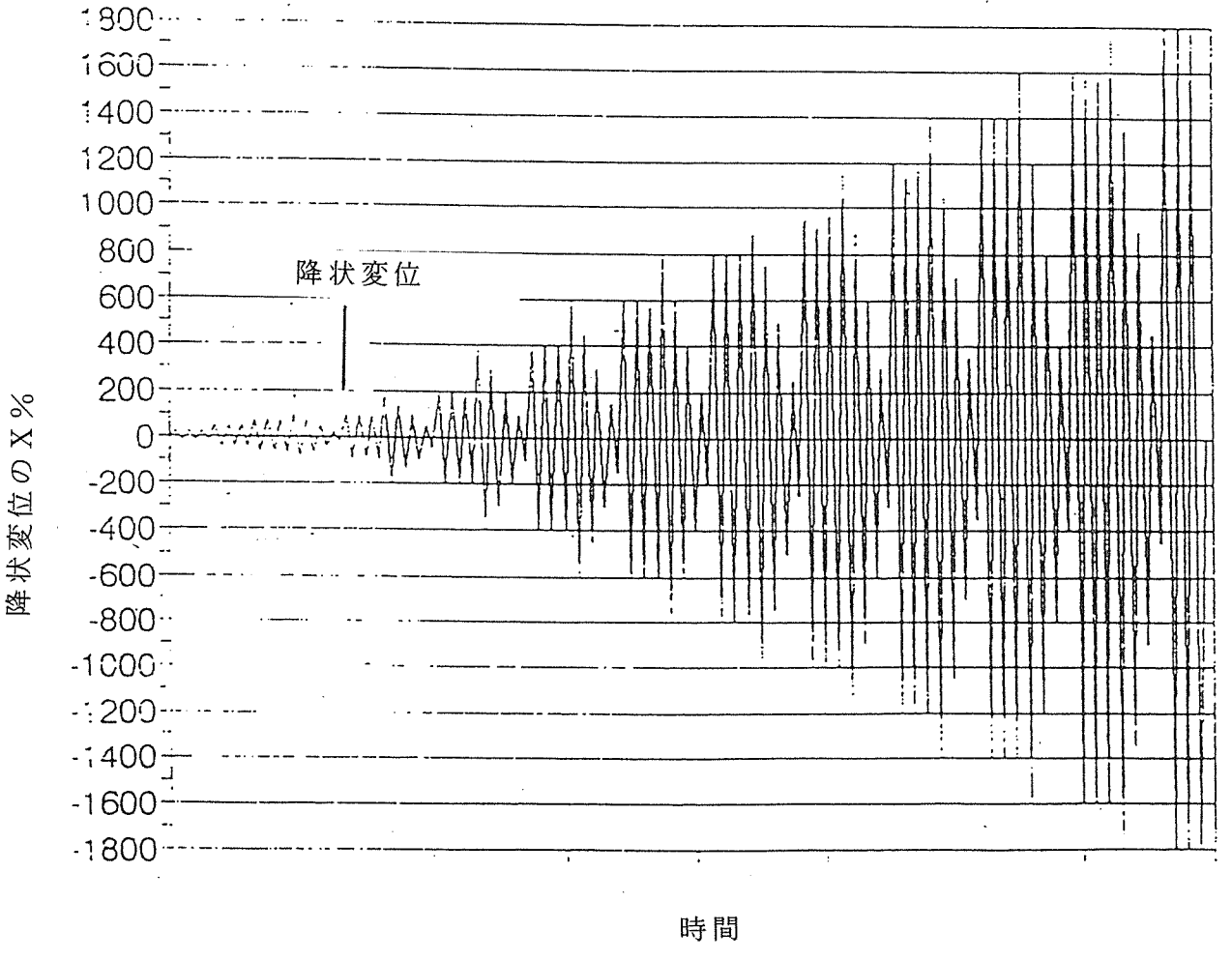


図４．ＳＰＤ加力の変位パターン

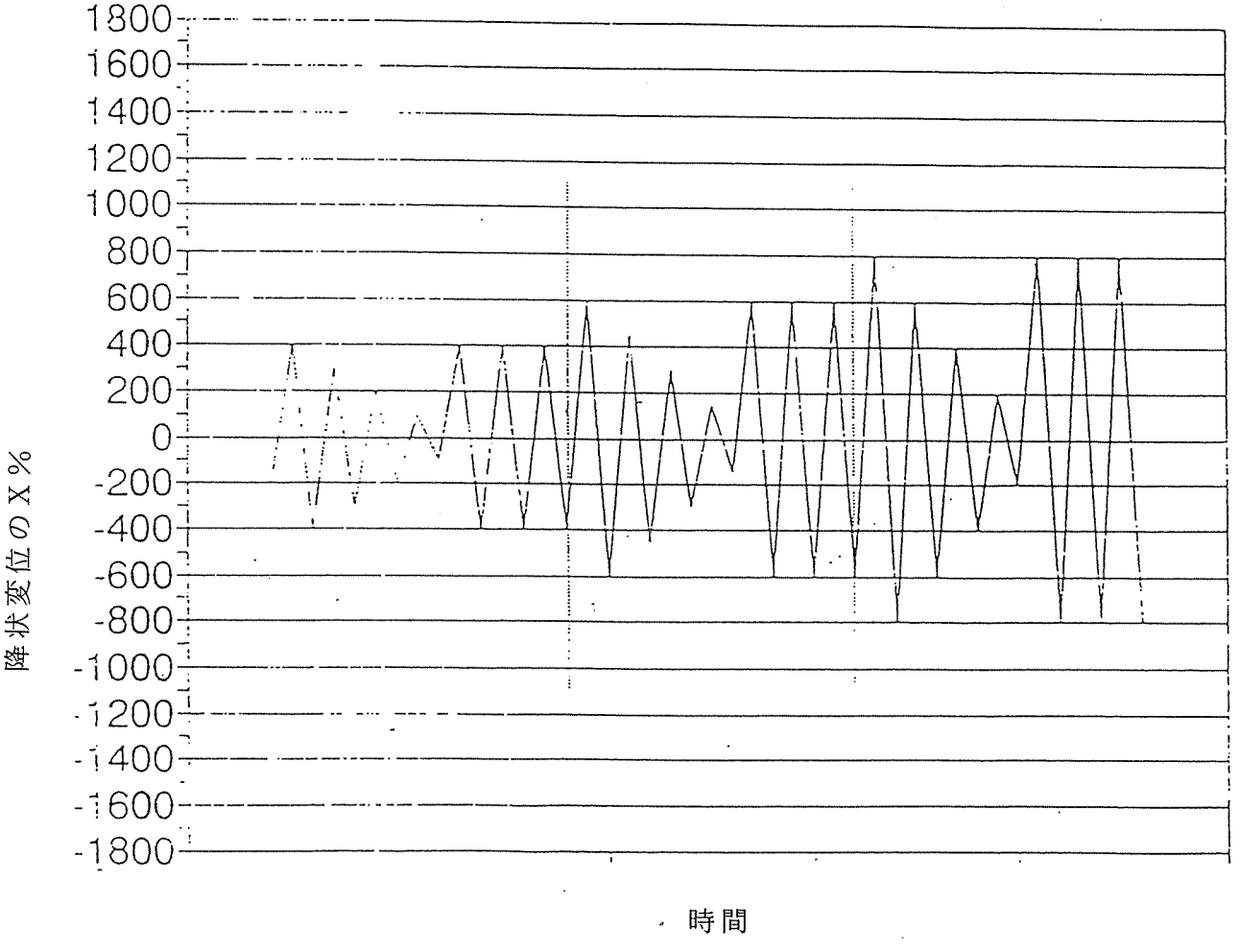


図５．加力パターン１段階のサイクルの組

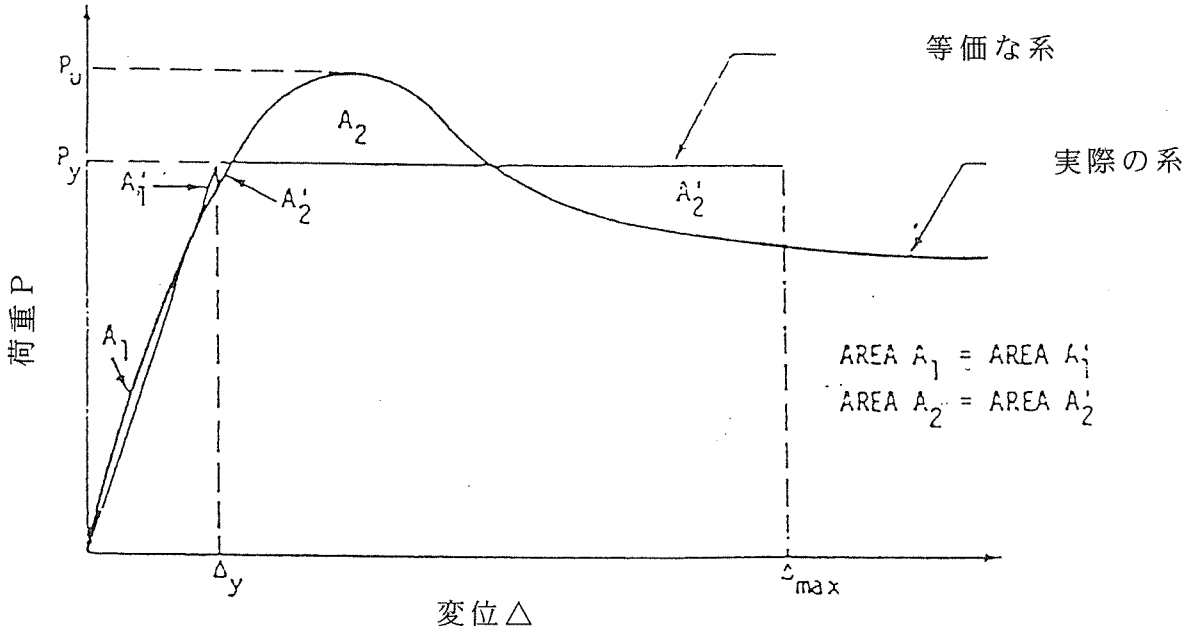


図６．等価エネルギー完全断塑性系

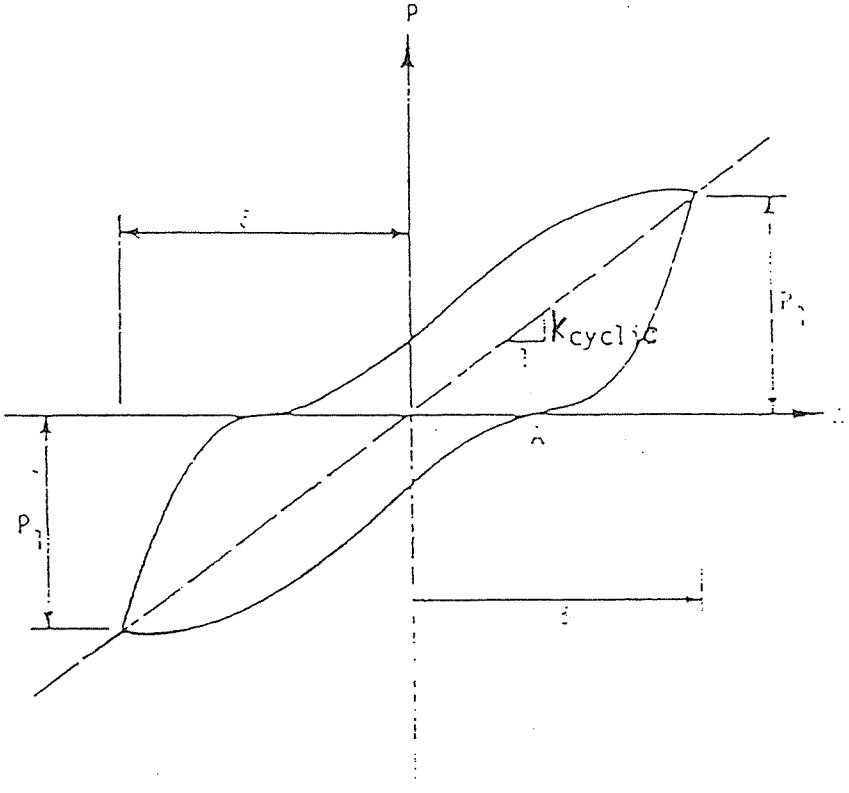
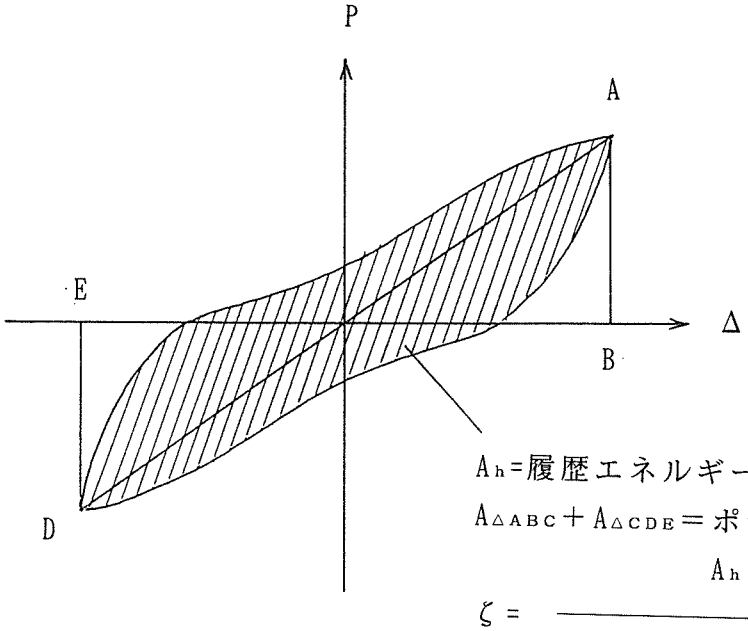


図７．平均繰返し剛性Kcの荷重・変形履歴曲線からの算出



A_h=履歴エネルギー

$A_{\triangle ABC} + A_{\triangle CDE}$＝ポテンシャルエネルギー

$$\zeta = \frac{A_h}{2\pi(A_{\triangle ABC} + A_{\triangle ABC})}$$

図８．

７．まとめ及び今後の対応

本分科会で行った作業内容の概要は以下の３点に要約される。

１）４つの規格案　ｐｒＥＮ１３８２、ｐｒＥＮ１３８３、ＥＮＴＣ１２４．１１７、ＥＮ３８０　の日本語への翻訳。並びに規格案の審議に必要な関連論文の日本語への翻訳。
２）翻訳された規格案を委員会で通読して内容を理解し、該当する我が国の基準類との比較、ＩＳＯ案そのものの妥当性の検討。
３）ＩＳＯ案に対して各委員が疑問に思った点、承認できる点等をコメントし、分科会としての意見を集約する。

１）の翻訳作業については、委員会に先だって河合委員と原田委員にお願いし、分科会においては２）、３）の作業を主に行った。

木構造の接合に関する規格は、我が国においても日本建築学会で推奨規準が定められているだけで、素材や集成材のように我が国の建築基準法や農林規格（ＪＡＳ）によって拘束されているものではない。そのため、委員会審議の姿勢と方針としては、我が国の建築学会木質構造設計規準との比較を中心に、できる限り中立的、学術的な見地からＩＳＯ案の妥当性、合理性、不合理性等を審議するよう努めた。

今後の対応としては、以下に述べることが必要となろう。

・規格案ＥＮＴＣ１２４．１１７に盛り込まれている繰り返し加力時の様々な特性とその評価法については、我が国でもかなり研究が進んでいる領域であり、むしろ積極的に提案できる所は提案する姿勢をとってゆく。

・我が国の現行の建築設計体系に照らして考えると、ＥＮ３８０に書かれた静的試験に関する「一般則」は、非常に異質なものであり、「一般則」として受け入れることは現状では困難である。担当した委員のコメントにもあるように、大規模な追加および再検討を行ってゆく。

・全体的にみて、個々の接合具の性能を評価するための規格案に関しては、細々した点の検討は残されているものの、おおむね容認できる場合が多い。
しかし、設計体系の根元に拘わるような内容を含んだ試験法については、分科会レベルでの検討だけではとうてい整合性がとれない大きな隔たりが存在する。そのため、より高いレベルでの検討を行ってゆく。

・ＩＳＯ規格は地震の少ない（あるいは地震荷重の項目さえない）ヨーロッパで主として検討されてきた経緯がある。そのため、外力として鉛直荷重のみを考えており、我が国に適用する場合は水平力に対する検討を付け加えてゆく。

資料１　ＩＳＯ／ＴＣ１６５において審議中の規格一覧

ＩＳＯ／ＴＣ１６５木構造関係で現在ＩＳＯとして公示されている規格は以下の３規格のみである。

ＩＳＯ６８９１－１９８３　木構造－機械的接合－強度及び変形特性を決定するための一般原則
ＩＳＯ８９６９－１９９０　木構造－メタルプレート及びその接合部の試験方法
ＩＳＯ８９７０－１９８９　木構造－機械的接合と木材比重との関係

また、現在審議中の規格は、次ページ以下の表のとおりである。

現在の作業プログラム

プロジェクト名称	EN no.	開始年月	進捗ｽﾃｰｼﾞ 1996.3	最終予定
1．ISO/CD 8375 素材－物理的機械的特性の決定（ISO 8375:1985の改訂）	408 TC124.105	93-01	CDをWDへ差し戻し	96-06
2．ISO／DIS 8972（1988） 素材－構造用グルーピング(1993-03-30に確定した事項)	338 (1992)	81-12	公示承認	95-12*
3．ISO/CD 9708-1.2 木構造－試験方法－耐力釘接合	PrEN1380	85-08	DIS承認されたCD	95-05*
4．ISO/CD9708-2 木構造－試験方法－耐力ステープル接合	PrEN1381	93-03	DIS承認されたCD	95-5*
5．ISO/CD9708-3 木質構造－試験方法－木質系接合具の引き抜き耐力	PrEN1382	93-03	DIS承認されたCD	95-5*
6．ISO/CD9708-4 木質構造－試験方法－木質系接合具の貫通抵抗試験	PrEN1383	93-03	DIS承認されたCD	96-6
7．ISO/CD 9709-1 素材－等級区分－１部：視覚的強度等級基準の要求	PrEN518 (1993)	93-03	CDをWDへ差し戻し	95-11*
8．ISO/DIS 9709-2 素材－等級区分－２部：針葉樹の視覚的強度等級区分		85-08	同　　上	96-05*
9　？？？9709-3 素材－等級区分－３部：広葉樹の視覚的強度等級区分			新ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ提案見直し中	
10．ISO/DIS 10983 木構造－素材のﾌｨﾝｶﾞｰｼﾞｮｲﾝﾄ－製造要求条件（1993-03-30に確定した事項）		90-06	新DIS投票の決定	96-05
11．ISO/DIS 10984-1.2 木構造－だぼ型接合具－１部：曲げ強度の定義	409	90-06		95-05*
12．ISO/CD 10984.2 木構造－ダボタイプ接合具－曲げ強さ試験	383	90-06	DIS投票開始	96-06
13．ISO/WD12578 木構造－集成材－製造基準（1993-03-30の確定事項）	PrEN386	83-10	意見の差戻し	95-08*
14．ISO/CD12579 木構造－集成材－接合面せん断試験（1993-03-30の確定事項）	PrEN392	83-10	DIS登録承認	96-06
15．ISO/CD 12580 木構造－集成材－接着面の剥離試験	PrEN391	83-10	DIS登録承認	96-06

16. ISO/CD 12581 木構造－静的荷重試験の一般原則	380	81-06	CDの検討／ 投票開始	94-08*
17. ISO/WD 13910 木構造－特性値の決定	PrEN384	93-03	CDをWDへ差戻 戻し	96-11*
18. ISO/WD 13911 木構造－集成材－ﾗｰｼﾞﾌｧｲﾝｶﾞｰｼﾞｮｲﾝﾄの性能基準及び最小限の製造基準	PrEN387	93-03	意見の差戻し し	96-11*
19. ISO/CD 13912 木構造－等級区分－機械的等級区分製材及びその装置に関する基準	PrEN519	93-03	CDをWDへ 差戻し	95-11
20. ISO/NP 12583 WG 3 木構造－生物害に関する構造の安全性（1993-03-30-に確定した事項）		85-08	ﾜｰｷﾝｸﾞｸﾞﾙ －ﾌﾟ登録	
21. ISO/DIS 12583-1 木材・木質材料－生物劣化に関するハザード区分の定義　その１一般	335-1	95-06	DIS投票の開始 5ヶ月間	97-06
22. ISO/DIS 12583-2 木材・木質材料－生物劣化に関するハザード区分の定義 その２木質パネル	335-2	95-06	DIS投票の開始 に5ヶ月間	97-06
23. ISO/WD 12583-3 木材・木質材料－生物劣化に関するﾊｻﾞｰﾄﾞ区分の定義その２木質ﾊﾟﾈﾙへの適用	PrEN335-3		DIS投票の開始 に5ヶ月間	
24. ISO/WD 12583-4 木材及び木質材料の耐久性－木材の自然耐久性－ﾊｻﾞｰﾄﾞ区分と耐久性区分	PrEN460	93-03	新ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ提 案は見直し中	
25. ISO/NP 15206 丸太柱－試験方法－構造特性の決定			作業原案WD 原案開始	96-10
26. ISO/NP 15207 丸太柱－強度特性値の決定			作業原案WD 原案開始	96-10
27. prEN335-1 木材・木質製品－生物害に関するﾊｻﾞｰﾄﾞｸﾗｽの定義　その１：一般	335-1		委員会案の 投票要領回付	
28. prEN335-1 木材・木質製品－生物害に関するﾊｻﾞｰﾄﾞｸﾗｽの定義　その２：木質パネル	335-2		委員会案の 投票要領回付	
29. prEN460 木材及び木質材料の耐久性－木材の自然耐久性　ﾊｻﾞｰﾄﾞｸﾗｽと耐久性区分	460		委員会案の 投票要領回付	
30. ISO 8970 木構造－機械的ファスナー接合の試験－木材密度の要求		93-11	公示後の ﾚﾋﾞｭｰ期間	
31. ISO／CD 8971 木構造－設計		81-12	却下	
32. ISO/WG 12582 構造用針葉樹製材のﾌｲﾝｶﾞｰｼﾞｮｲﾝﾄ	385	85-08	却下	

33. ISO/DIS8972 素材－構造用木材	**PrEN338**		DISをTC又は SCへ差戻し	

規格No.の太文字は翻訳済みのもの。

ＩＳＯ／ＴＣ１６５事務局が案の配布を要求されている規格
（今後各国へ配布されコメントを求められるものと思われる。）
1．木構造－集成材－接着へき開試験（ＷＧ2）
2．丸太柱－試験方法－構造特性の決定
（ＷＧ９，ＩＳＯ／ＮＰ１５２０６）
3．丸太柱－強度特性値の決定
（ＷＧ９，ＩＳＯ／ＮＰ１５２０７）

＊上記作業プログラムは、1996,3,31 ISO/TC165 N185「ISO/TC165活動報告」より整理した。