T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	性能評定シートによる既存高層鋼構造建物の耐震性能評価：その3 年代・地区に着目した梁端現場溶接接合部を有する高層建物の耐震性能分析
Title	
著者(和文)	中川 真里奈, 佐藤 大樹, 北村春幸, 長江拓也, 佐野剛志
Authors	daiki sato, Haruyuki Kitamura, TUYOSHI SANO
出典 / Citation	日本建築学会関東支部研究報告集, Vol. 82, No. ,
Citation(English)	, Vol. 82, No. ,
発行日 / Pub. date	2012, 3
rights	日本建築学会
rights	本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである
relation	isVersionOf:http://ci.nii.ac.jp/naid/110009571508

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

Architectural Institute of Japan

2022

2011年度日本建築学会
関東支部研究報告集 I
2012年3月

性能評定シートによる既存高層鋼構造建物の耐震性能評価

その3　年代・地区に着目した梁端現場溶接接合部を有する高層建物の耐震性能分析

構造ー振動

鋼構造　高層建物　長周期地震動
柱梁接合部　性能評定シート

準会員 ○ 中川真里奈 [*1]　　正会員　佐藤大樹 [*1]
〃　北村春幸 [*1]　　〃　長江拓也 [*2]
〃　佐野剛志 [*3]

1. はじめに

近年，東海・東南海・南海地震等に代表される海溝型巨大地震に伴う長周期地震動の発生が高い確率で予測されている[1),2)]。長周期地震動は，高層建物の設計に用いられてきた標準波・告示波に比べ大きな地震エネルギーをもつ。また，大都市に多く建てられた高層建物は社会の中枢を担うものが多い。このような高層建物群が長周期地震動を受けた場合の損傷状況を，総合的に評価することは，社会の被害状況を把握し，適切な対策を展開する上で，極めて重要な課題である。

長周期地震動を受ける鋼構造高層建物の耐震性に関しては，地震応答解析[3),4)]，柱梁接合部実験[5)-8)]などにより検討がなされ，2008年3月には1980年代以前に建設された初期の高層建物の柱梁接合部詳細を再現した架構実験がEーディフェンスにおいて実施された[9)]。この実験では，長周期地震動に共振して多数回の繰り返し変形を受ける架構内において現場溶接接合を用いた柱梁接合部に破断が生じた[10)]。柱梁接合部における現場溶接接合と工場溶接接合の変形能力について，既往の柱梁接合部実験に関する統計分析では，現場溶接接合の破壊までの累積塑性変形倍率が工場溶接接合の値の約0.6倍と評価されており，その値はスカラップ形状等にも左右される[11)]。現場溶接は，施工・管理についての課題[12)-15)]は多いものの，施工性・コスト面の利点により，初期の建設から現在まで高層建物の柱梁接合部に採用されている。つまり，既存高層建物群の耐震性能評価に柱梁接合部に用いられている接合種類や方法が与える影響は大きい．一方，長周期地震動は，各都市において異なる特定の周期帯にスペクトルのピークを有することが知られている[2)]。以上の背景のもと，本研究では，既存建物群の耐震性能を合理的に評価することを目的に，それぞれの都市ごとに現場溶接柱梁接合部を有する建物の分布状況を，降伏耐力および一次固有周期の観点から整理する。

2. 対象建物

本研究は，東京理科大学 寺本研究室が作成した日本建築センター発行の性能評定シートに基づく高層建物データベース[5),6)]のうち，1966年から2001年5月の間に評定を取得した鋼構造建物（以降，高層建物全体と略す）を対象とする。但し，1つの建物に鋼構造以外の構造種別を含む場合も対象とする。対象建物の建物高さは，最も低いもので年代ー1の36.9m，年代ー3以降は60m以上（以降，高層建物と略す）とする。本論文では，1981年の新耐震設計法の施行，1995年の兵庫県南部地震，2001年の建築基準法の改正に着目し，年代1～4を決定した。表1に，対象建物棟数を年代別に示す。また，表1に示した年代ー1～4の対象建物棟数は全781棟で，そのほとんどは主要都市部に集中して分布している。従って本論文では，地区毎に考察を行う場合，高層建物を東京地区（東京，神奈川，千葉，埼玉）の443棟（全体の57%），大阪地区（大阪，兵庫）の148棟（19%），名古屋地区（愛知，岐阜，三重）の35棟（5%）に分類し，3地区の計626棟（80%）に着目する。

表1　年代別対象建物

	年代ー1	年代ー2	年代ー3	年代ー4
評定年代	1966年1月 ～ 1981年5月	1981年6月 ～ 1989年12月	1990年1月 ～ 1994年12月	1995年1月 ～ 2001年5月
高層建物（棟）	173	110	293	205

3. 柱梁仕口の溶接形式について

図1に高層建物の柱梁仕口溶接形式の割合を示す。(a)～(d)に全国および地区毎の結果をそれぞれ示す。本論文では，柱梁接合部に一ヵ所でも現場溶接が用いられた建物を梁端現場溶接建物とする。全国の全年代で高層建物に梁端現場溶接建物が61%（480棟），梁端工場溶接建物が36%（279棟）の割合で用いられている。全国の年代別では，梁端現場溶接建物が年代ー1で37%（64棟），年代ー2で61%（67棟），年代ー3で77%（226棟），年代ー4で60%（123棟）を占め，年代ー1～3において梁端現場溶接建物は増加傾向にあることがわかる。しかし，兵庫県南部地震後の年代ー4で梁端現場溶接建物は年代ー3の77%から60%に減少している。次に，地区毎に見ると全年代での梁端現場溶接建物は，東京地区で66%（293棟），大阪地区69%（85棟），名古屋地区で54%（19棟）を占める。図1(b)～(d)より，地区の違いによる傾向は特に見られず，いずれの地区も年代ー1～3まで増加し年代ー4で減少することがわかる。梁端現場溶接建物の割合が最も多い年代ー3では東京地区で82%（130棟），大阪地区で76%（41棟），名古屋地区で77%（10棟）となり3地区とも約80%を占めるまで増加している。兵庫県南部地震後の年

NII-Electronic Library Service

代－4の梁端現場溶接建物は，東京地区が66%，(80棟)，大阪地区が48%（19棟），名古屋地区が63%（5棟）であり，大阪地区が3地区のうち最も少ない値となっていることが確認できる。

4. 高層建物と梁端現場溶接建物の比較

4.1 $C_b \cdot T$について

図2に，設計用ベースシア係数C_bと一次固有周期Tを乗じた値である$C_b \cdot T$の頻度分布を示す。図2に，高層建物の標準偏差 σ，期待値E，棟数を示し，（ ）内には梁端現場溶接建物のそれぞれの値を示す。但し，本節では対象建物のうち$C_b \cdot T$が0.5以下の建物のみ（高層建物の98%）を対象とする。

はじめに，全国に着目すると全年代の高層建物における$C_b \cdot T$の標準偏差は0.08，期待値は0.30である。梁端現場溶接建物に限定した場合，全年代の$C_b \cdot T$の標準偏差は0.05，期待値は0.30である。いずれも，年代の違いによる傾向は見られない。全年代の期待値は高層建物と梁端現場溶接建物でほぼ等しい値を示した。一方，地区別に見ると東京地区における全年代の高層建物の標準偏差は0.07，期待値は0.30，梁端現場溶接建物の標準偏差は0.05，期待値は0.31であり，各年代においてもそれぞれ全国とほぼ等しい値を示す。従って，地区別の考察では東京地区を基準として考える。大阪地区における全年代の高層建物の標準偏差は0.08，期待値は0.30，梁端現場溶接建物の標準偏差は0.06，期待値は0.30であり，東京地区と近い値を示す。高層建物に年代の違いによる傾向は見られず，各年代で東京地区と近い値を示した。梁端現場溶接建物は，年代－1で高層建物の期待値0.30に対し，期待値が0.34であり，分布が大きい値に集中していることがわかる。名古屋地区における全年代の高層建物の標準偏差は0.14，期待値は0.30，梁端現場溶接建物の標準偏差は0.05，期待値は0.31であり，東京地区と近い値を示す。

4.2 一次固有周期と建物高さの関係

一次固有周期Tと建物高さHの関係式を以下に示す。

$$T = \alpha H \qquad (1)$$

図3に，(1)式の傾きαにおける頻度分布を示す。図3に，高層建物の標準偏差 σ，期待値Eおよび棟数を示し，（ ）内には梁端現場溶接建物のそれぞれの値を示す。

全国に着目すると，全年代の高層建物のαの標準偏差は0.0042，期待値は0.0245である。梁端現場溶接建物に限定した場合，全年代の標準偏差は0.0038，αの期待値は0.0251である。いずれも，年代の違いによる傾向は見られない。全ての年代において，高層建物と梁端現場溶接建物の期待値は近い値を示した。地区別に見ると，東京地区における全年代の高層建物の標準偏差は0.0036，期待値は0.0245，梁端現場溶接建物の標準偏差は0.0033，期待値は0.0246である。いずれも年代の違いによる傾向は見られない。大阪地区における全年代の高層建物の標準偏差は0.0041，期待値は0.0253，梁端現場溶接の標準偏差は0.0034，期待値は0.0257である。東京地区と比較すると，高層建物と梁端現場溶接建物ともに大きな違いはない。年代毎に見ると，年代－1～3において大阪地区のαが大きいが，年代－4以降は東京地区と同程度である。名古屋地区における全年代の高層建物の標準偏差は0.0054，期待値は0.0240，梁端現場溶接の標準偏差は0.0053，期待値は0.0258であり，梁端現場溶接建物の□□が高層建物に比べて大きい。名古屋地区の高層建物のαは，東京地区の高層建物と近い値を示すが，梁端現場溶接建物は東京地区より大きい結果となった。

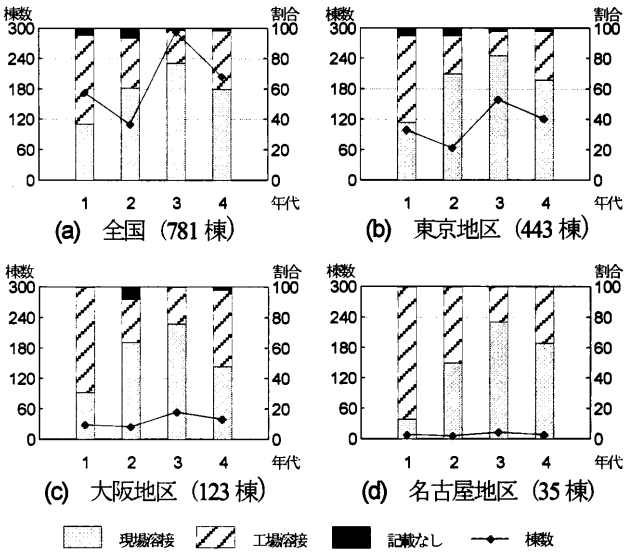

図1 柱梁仕口における溶接形式の割合

5. まとめ

本研究では，既存高層建物の柱梁接合部の現状を把握することを目的に，1966年～2001年5月の間に日本建築センター発行の性能評定シートに記載されている鋼構造建物を対象に，柱梁仕口の溶接形式に関する調査を行った。高層建物と梁端現場溶接接合部を有する建物の比較により，得られた知見を以下に示す。

(1) 既存高層建物のうち，梁端現場溶接建物が全体の61%（480棟），梁端工場溶接建物が36%（279棟）の割合であった。梁端現場溶接建物は，1966年～1994年12月の間に増加しているが，1995年～2001年5月において減少した。地区の違いによる傾向は見られなかった。

(2) 高層建物と梁端現場溶接建物における設計用ベースシア係数C_bと一次固有周期Tを乗じた値である$C_b \cdot T$は，年代，地区

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

の違いによる傾向は見られなかった。

(3) 高層建物と梁端現場溶接建物における一次固有周期 T と建物高さ H で表される(1)式の値αは，年代の違いによる傾向は見られなかった。地区別では，大阪地区の高層建物のα □が，1966 年～1994 年において大きい値を示した。しかし，1995 年以降では東京地区と同程度である。

謝辞
本研究は文部科学省が推進する「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」の一環として，（独）防災科学技術研究所が受託した「②都市施設の耐震性能評価・機能確保に関する研究」の成果の一部です。また，本研究で用いている既存建物データベースは東京理科大学寺本研究室から提供して頂いたものです。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

1) 土木学会，日本建築学会：海溝形巨大地震による長周期地震動と土木・建築構造物の耐震性向上に関する共同提言，2006.11
2) 日本建築学会：長周期地震動と建築物の耐震性，2007.12
3) 北村春幸，馬谷原伴恵，川崎恵：時刻歴応答解析結果をもとにエネルギーの釣合に基づく耐震設計法を適用した建築物の耐震性評価法の提案，日本建築学会構造系論文集，第 73 巻，第 632 号，pp1755-1763，2008.10
4) 吹田啓一郎，北村有希子，後藤友規，岩田知孝，釜江克宏：高度成長期に建設された超高層建物の超周期地震動に対する応答特性ー想定南海トラフ地震の関西地区における予測波を用いた検討ー，日本建築学会構造系論文集，第 611 号，pp.55-61，2007.1
5) 山田洋平，吹田啓一郎，北村有希子，中島正愛：初期超高層ビル柱梁接合部の実大実験による耐震性能の検証，日本建築学会構造系論文集，第 73 巻，第 623 号，pp.119-128，2008.1
6) 白井嘉行，中込忠男，村上武夫，青木博文，的場耕，宿野部勇祐，高橋英二：通しダイヤフラムが柱梁溶接接合部の変形能力に及ぼす影響

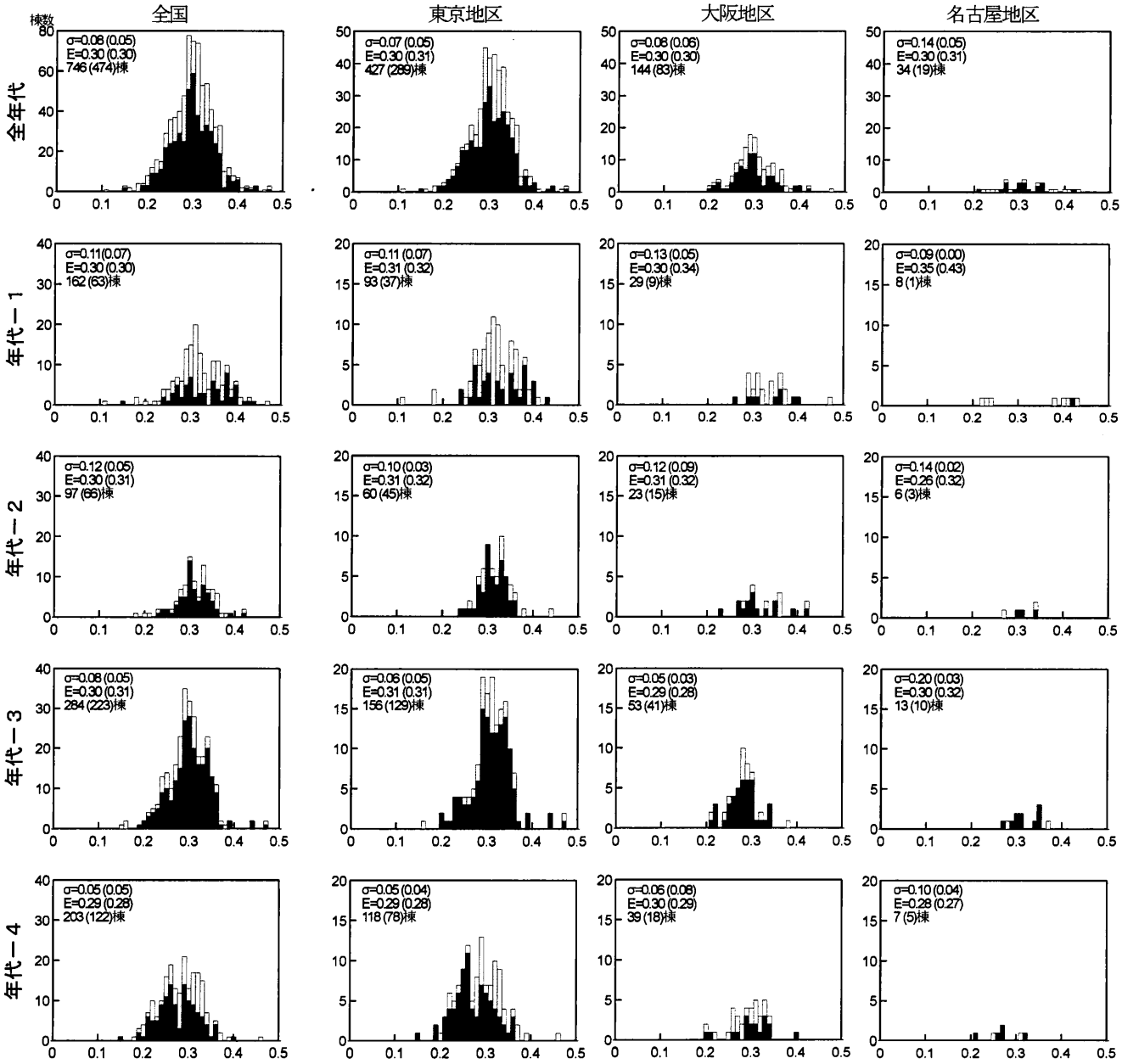

図2 $C_b \cdot T$ の頻度分布

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

に関する実験的研究第2報現場溶接接合形式，日本建築学会大会学術講演梗概集，C-1，pp525-526，1999.9
7) 川端洋介，中込忠男，崎野良比呂，服部和徳，戸堀一真：端部溶接欠陥を有する工場溶接型・現場溶接型柱梁溶接接合部の変形能力に関する研究，日本建築学会構造系論文集，第76巻，第661号，pp.659-666，2011.3
8) 秋山宏，山田哲，松本由香，松岡三郎，小倉桂治，北村春幸：実大振動台実験による柱梁接合部の破壊性状に関する研究，日本建築学会構造系論文集，第512号，pp.165-172，1998.10
9) 長江拓也，鐘育霖，島田侑，福山國夫，梶原浩一，井上貴仁，中島正愛，斉藤大樹，北村春幸，福和伸夫，日高桃子：超高層建物の耐震性能を検証する大規模実験システムの構築―E-ディフェンス震動台実験―，日本建築学会構造系論文集，第640号，pp.1163-1171，2009.6
10) 鐘育霖，長江拓也，梶原浩一，福本國夫，井上貴仁，中島愛，北村春幸，日高桃子：鋼構造柱梁構の破壊形式と保有性能，高層建物の耐震性評価に関するE-ディフェンス実験―その6，日本建築学会大会学術講演梗概集，C-1，pp873-874，2008.9
11) 北村春幸，宮内洋二，浦本弥樹：性能設計における耐震性能判断基準値に関する研究―JSCA耐震性能メニューの安全限界値と余裕度レベルの検討―，日本建築学会構造系論文集，第604号，pp.183-191，2006.6
12) 日本建築学会：溶接接合設計施工ガイドブック，pp.30-31，2008.11.25
13) 藤森紘明，中辻照幸：鉄骨造の精度のばらつき，建築雑誌，vol97，No.1194，1992.6
14) 護雅典：鉄骨造建物の耐震安全性を確保するための構造品質を考える，JSSC，No.62，pp.16，2006
15) 石原清孝，加賀美安男，村山敏司，橋本一彦，加藤正宏，小野徹郎：建築鉄骨現場溶接の実態調査と現状分析(3)現場溶接管理の実態と問題点，日本建築学会大会学術講演梗概集，C-1，pp.925-926，2004.8

*1 東京理科大学理工学部建築学科
*2 独立行政法人 防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター
*3 株式会社 大林組 技術研究所

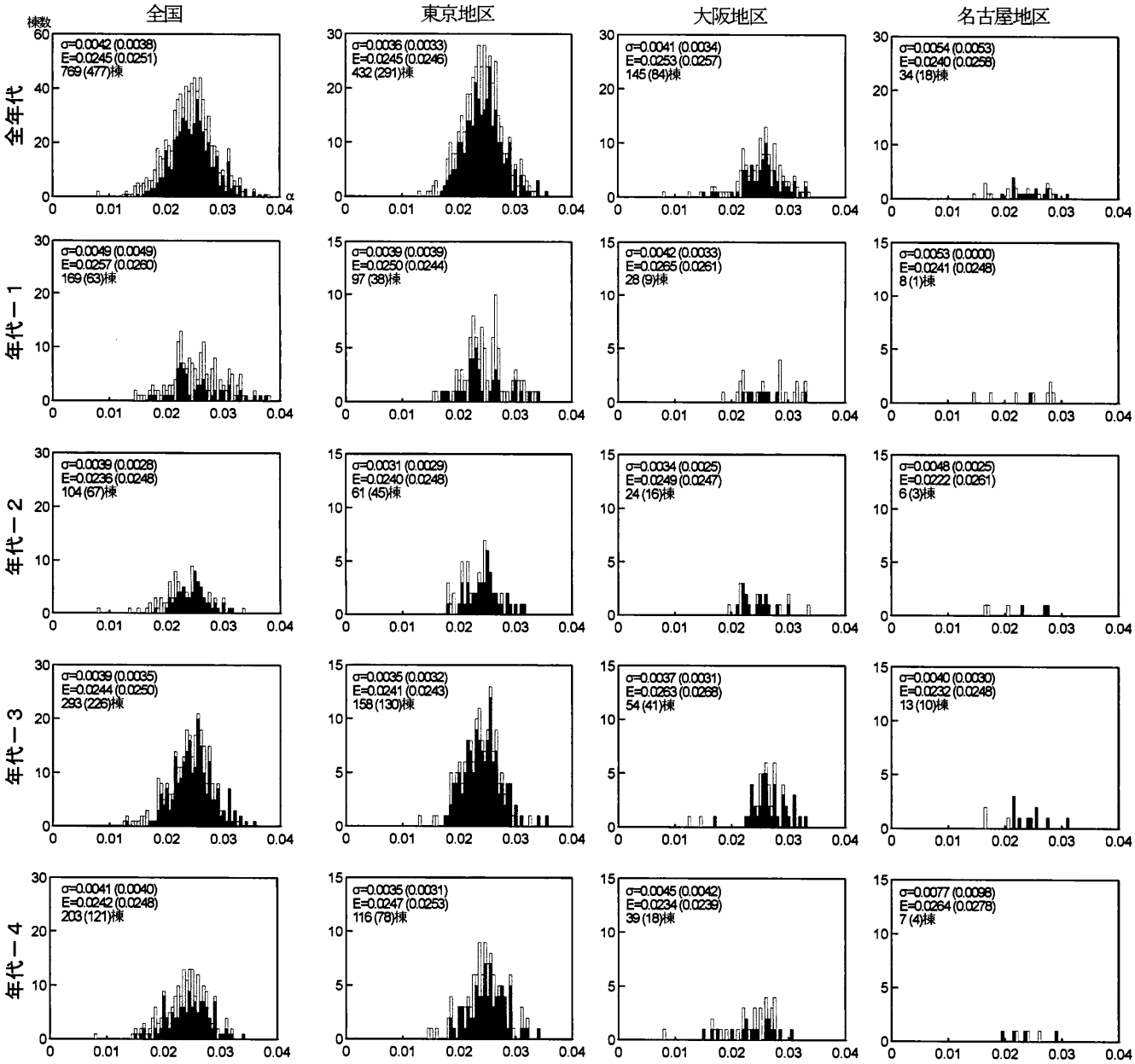

図3 αの頻度分布

NII-Electronic Library Service