建築基準法の構造計算規定及びその荷重組合せと 長期・短期概念の成立過程

THE PROCESS OF THE FORMATION OF THE STRUCTURAL CALCULATION CODE OF THE BUILDING STANDARD LAW, IT'S LOADS COMBINATION AND SUSTAINED-AND-TEMPORARY-CONCEPT

大橋 雄二*

Yuji OHASHI

This paper reports the process of the formation of the structural calculation code of the Building Standard Law, which was enacted in 1950, its loads combination and "sustained"-and-"temporary"-concept.

After the Great Kanto Earthquake of 1923, earthquake load was coded in the Urban Building Law in 1924. After the Muroto Typhoon of 1934, a lot of researches for temporary loads were taken. "Sustained"-and-"temporary"-concept of loads combination was adopted in the War-Time Standards in 1944.

"Sustained"-and-"temporary"-concept was adopted for both loads combination and allowable stresses in the Building Standard Law.

Keywords : *building regulations, building code, structural calculation, allowable stress, load, loads combination*

建築法規, 建築基準, 構造計算, 許容応力度, 荷重, 荷重組合せ

1. はじめに

建築基準法(以下「基準法」と略す。)は建築物の最低基準を定め、安全確保に貢献してきた。一方、近年、建築規制の国際調和から規制の見直しの必要性も出ている。このため、筆者は建築法令の変遷と背景の調査が必要と考え、構造強度規定に関する調査を発表¹⁾してきた。構造法規制の既往の研究に市街地建築物法(以下「物法」と略す。)に至る法令案の構造強度規定の検討過程に関するもの²⁾があるが、本論は、文献調査により、基準法制定時の構造計算規定およびその長期・短期概念と荷重組合せの成立過程を示し、問題点を指摘する。長期・短期概念は限界状態の概念とも関係が深く、その調査は今後の構造計算法の検討の一助となると考える。ただし、本論は、法規定等の制定の背景と考え方を対象としており、規定値の理論的妥当性等には触れていない。

2. 基準法の構造計算規定等の成立経緯

2.1. 明治期の建築規制と東京市区改正計画

日本は明治維新から近代化を始めた。首都東京は火災

に弱かったため、政府は家屋不燃化と都市構造の変革を図り、明治21年(1888)に「東京市区改正条例」を制定した³⁾。内務省の東京市区改正委員会は東京市の建築条例案を検討し、諸外国の法令を参考に妻木頼黄らが条例の草案を作成したが^{2),4)}、実現しなかった。

その草案類中⁵⁾に構造計算に触れているものがあるが、構造強度規定は少なく、それも木造と組積造の構造詳細の規定が大半であった²⁾。草案類で最後期のものと見られる明治27年12月3日付「東京市建築条例」案⁵⁾には、木造、土蔵造、煉瓦造、石造の規定があるが、防火、換気、通風等の事項が中心で、構造強度関係は基礎、煉瓦造・石造の壁厚、組積法等である。木造は床高等の衛生、防湿、防火規定のみで構造強度規定はない。第2章「(建築)認可及検査」第12条に「特別ノ重量ヲ支持スヘキ柱梁ノ仕様書ニハ其抗力ノ計算ヲ書入ルヘシ」とある。その他の草案中⁵⁾にも同様の規定があるが、荷重値の規定はない。ただし、ここで参考された伯林(ベルリン)建築条例(1887年(明治20)公布)には「建築材料ノ重量」、「建築諸部ノ自重及加重」、「建築材ノ安全

本論文の一部は既に参考文献1)に発表している。

* 建設省建築研究所 主任研究員

Senior Research Engineer, Building Research Institute, Ministry of Construction

強度」の規定があり、翻訳資料⁶⁾が存在する。

明治6年(1873)に神奈川県は家屋防火、衛生が中心の「家作建方条目」⁷⁾を制定した。明治19年(1886)、コレラ等の流行を背景に港を持つ5府県は長屋の衛生を中心の規則を制定した⁸⁾⁹⁾。明治30年(1897)年頃までに多府県が道路、衛生、防火関係の建築規則を制定した⁹⁾。明治期の府県の建築規制は防火と衛生確保が中心だった。

明治24年(1891)の濃尾地震の翌年には「震災予防調査会」が設置され、耐震構造の研究が始まった¹⁰⁾。

2.2. 建築学会東京市建築条例案と警視庁建築取締規則案

明治30年頃に鉄骨造とRC造が導入され¹⁰⁾、これらの構造の論文¹¹⁾が発表され、建築物が建てられた¹⁰⁾。佐野利器は大正3年(1914)に家屋耐震構造論¹²⁾をまとめ、震度法を示し、地震に対し建築物の強度、剛性、粘靱性の確保を推奨し、東京下町の予期震度を0.3とした¹²⁾。佐野は風圧力研究¹³⁾も行い、風速と風圧の関係($p = w \cdot v^2 / g$, p : 風圧, w : 空気密度, v : 風速, g : 重力加速度としていた)や各測候所で記録された最大風速値を示した。

明治39年(1906)、東京市長の依頼から建築学会は東京市建築条例案(以下「学会条例案」と略す。)の検討を始めた¹⁴⁾。東京市建築条例起稿委員会(委員長曾禰達蔵)を設置し、欧米17か国40都市の建築条例を収集し検討した。大正2年(1913)に成案を提出したが、実現しなかった。検討の幹事は内田祥三、構造強度関係は第三編「材料及結構」、結構の原案作成者は佐野であった¹⁴⁾。ここで木造、木骨造、土蔵造、煉瓦造、石造、コンクリート造、鉄筋コンクリート造、鉄骨造について規定し、構造計算規定として「強弱計算標準」を定め、①材料の重量②材料の安全応力強度③床の活荷重④大梁の活荷重の低減⑤水平風圧(建築物は45 lb./ft², 独立煙突は50 lb./ft²)⑥地盤の許容荷重⑦圧縮材の安全荷重⑧梁材の安全湾曲率、を規定した¹⁵⁾。

この検討で参考にした欧米の建築条例中、詳細な構造計算規定を持つものにニューヨーク市建築条例(1899年施行)¹⁶⁾がある。同委員会副委員長の中村達太郎は¹⁶⁾「建築材料の強さ及び其他の性質に就て建築条例中に規定しあるもの甚稀なり唯千八百九十九年十二月より実施されたる紐克の建築条例中には頗る詳細に規定しあり此点に於ては欧州諸市の建築条例は遙かに後へに睦若たりといふべきなり」と述べ、内容を紹介した。この条例では、水平力に風圧力30 lb./ft²(ブレースでは5割増)が規定されていた²⁾。家屋耐震構造論で震度法が示されたが、同時期に佐野らが検討した学会条例案には地震力は規定されなかった。水平力は風圧力のみが規定された。

明治42年(1909)に大阪府¹⁷⁾、明治45年(1912)に

兵庫県は¹⁸⁾、建築取締規則を制定した。これらの多くは防火と衛生規定で、材料規定のほかは、構造強度規定は少なく、大阪府の規則の木造の規模制限(軒高35尺以下、層数3以下)、土台、基礎、地階の擁壁の規定¹⁷⁾、兵庫県の規則の土台、基礎の規定¹⁸⁾などであった。

学会条例案の後、警視庁で佐野、内田、警視庁技師笠原敏郎らが学会条例案を元に警視庁建築取締規則案を検討し¹⁹⁾、大正7年(1918)に最終案²⁰⁾を作成した。強度計算規定に地震力はなく、風圧力は独立煙突で40 lb./ft²、建築物は「実況ニ応シテ」²⁰⁾で、値は定められなかった。RC造の計算式等は学会条例案より詳細であった²¹⁾。

明治末には研究文献等を参考に構造計算をした鉄骨造、RC造建築物が建設され始めた¹⁰⁾。内藤多仲は大正11年(1922)に架構建築耐震構造論²¹⁾を発表し、水平力の応力計算法を示したが、この直前に日本興業銀行の構造計算で固定荷重、積載荷重に加え水平震度1/15の地震力を採用した。水平力として風圧力(30 lb./ft²)も考慮したが、これは²²⁾「震力に比し非常に小なり。さればこの場合地震のみを考慮すれば可なり。」とした。一般床の積載荷重は550 kg/m²であった²³⁾。同じ頃内藤が計算した大阪高島屋と大阪商船本社の水平震度は1/20(0.05)であった²³⁾。

2.3. 市街地建築物法の制定

大正3年(1914)の第一次世界大戦で日本の産業は発展し、大都市へ人口と工場が集中し、東京以外の大都市でも都市計画と建築法制の整備が必要になった²⁴⁾。大正8年(1919)、東京等の6大都市を対象に、都市計画法と物法が制定され²⁵⁾、翌年施行されて近代建築規制の出発点になった。物法第12条に「主務大臣ハ建築物ノ構造、設備又ハ敷地ニ関シ衛生上又ハ保安上必要ナル規定ヲ設クルコトヲ得」とされ、学会条例案と警視庁建築取締規則案が基になり構造強度規定が施行規則²⁶⁾に定められた。

構造計算規定では²⁶⁾、材料重量、床の動荷重、許容応力度、計算式等が定められた。積雪荷重、風圧力、地震力はなく、長期・短期概念もなかった。許容応力度は安全率3程度の値であった。動荷重(積載荷重)は現在よりも大きく、積載荷重値にも安全率を含めていた²⁷⁾。常時の鉛直荷重の計算のみが義務付けられたが、施行規則第47条は「地方長官ハ建築物ノ構造強度ニ関シ土地ノ状況ニ依リ本節ニ定ムルモノノ外必要ナル規定ヲ設クルコトヲ得」とされ、府県の細則で他の荷重も規定できるとしていた。荷重組合せは明示されなかった。

ベルリン建築条例、ニューヨーク建築条例、学会条例案、警視庁建築取締規則案、制定時の物法施行規則における主な荷重および許容応力度を表—1および表—2に示す。

2.4. 関東大地震と耐震計算の義務付け

大正12年(1923)の関東大地震の被害から、翌年、物法施行規則に水平震度0.1以上等の耐震規定が定められた。改正規定は、²⁸⁾①木造の柱の小径の強化、筋違い・方杖の設置②石造のがりょう(鉄又はRC造)の設置、壁厚・壁長の強化③鉄骨造の方杖・ブレース・壁の適切な設置、帳壁の緊結・ホロタイル等の使用禁止④RC造の主筋継手長は25d以上、梁鉄筋の複筋化、柱の小径の強化・鉄筋比は1/80以上⑤高さ50尺を超える煙突は鉄またはRC造にする⑥地震力水平震度0.1以上、

表—1 物法以前の建築法令案等における主な荷重の比較

法令名		ベル リン	ニュー ヨーク	学会東京 市条例案	警視庁 規則案	物法 規則
固定	レンガ積 花コウ岩 RC	1600	1840 (115)	1792 (112)	1956 (120)	1900
		2700	2720 (170)	2720 (170)	2445 (150)	2500
		2000	—	2400 (150)	2282 (140)	2300
積載	住家	*1 250	293 (60)	293 (60)	247 (50)	250
	事務所	—	732 (150)*4	488 (100)	370 (75)	370
	学校	—	366 (75)	488 (100)	420 (85)	420
	集会所	—	439 (90)	585 (120)	494 (100)	500
	軽量倉庫	*2 250	585 (120)	732 (150)	実況	実況
	重量倉庫	850	732 (150)	1219 (250)	実況	実況
		*3				
風	建築物	—	*5 146 (30)	219 (45)	実況	—
	煙立煙突	—		244 (50)	198 (40)	—

数値の単位は固定荷重がkg/m²、後の()内太字 lb./ft²、ただし、警視庁案固定荷重の後の網掛()内太字単位はlb./ft²、積載荷重・風圧力の単位はkg/m²、後の()内太字 lb./ft²、ただし、警視庁案積載・風の後の網掛()内太字の単位はlb./ft²、下段の()内はメートル法以外の元規定値。これを換算した

- *1 柱・梁の値、固定荷重+積載荷重の場合500kg/m²
- *2 工場・物置の値、固定荷重+積載荷重の場合750kg/m²
- *3 穀倉の値 固定荷重+積載荷重の場合
- *4 1階の値、2階以上では366kg/m² (75lb./ft²)
- *5 ブレース用の値は5割増して219kg/m² (45lb./ft²)

などであった。

震度規定導入に際しては、関東大地震の規模を参考に、将来の予想地震の水平震度を0.3程度とし、許容応力度の安全率約3が考慮された。北沢五郎は²⁹⁾「佐野先生が(中略)法規には0.1と規定し許容強度をとり、そして震度0.3で計算をして、破壊強度以内で収まるかどうかを調べろといわれた。(中略)耐震計算としては、下町の震度を0.3として、破壊の一手手前にあるようにするには、0.1で計算して許容強度を採ればよいというお考えであったかと思う。(中略)しかし少時経過して震災予防調査会から復興院に対して意見書が出てきた。それは震度は0.3とし強度を破壊強度以内として計算するようにということであった。(中略)しかし(中略)計算の手数を理由に原案で押しとうした」と記している。

同年、地震力導入に際し建築学会は「構造強度計算規準」³⁰⁾を制定し、「柱梁等ノ計算ニハ常時荷重ノ外地震等ニ依ル横力ヲ加算ス」「震力ハ震度ヲ仮定シテ之レヲ算出ス」「風力ハ土地ノ状況ニヨリ、適当ニ之レヲ仮定ス」「横力トシテハ震力及風力ノ中、其影響ノ大ナルモノヲ採ル」とし、実用的な水平力の応力計算法として架構形式に応じた横力分布係数を示した³⁰⁾。

2.5. 許容応力度研究の進歩とRC規準の制定

関東大地震後、コンクリート研究が進んだ。従来、コンクリートの調合理論は確立してなく、物法施行規則でも標準的調合に対し、一律の許容応力度(表—2 参照)が定められていた³¹⁾。浜田 稔は³²⁾水セメント比説を紹介し、「同規則の下に作られるコンクリートの品質は極めて不均一であって此を同一許容強度で用ふ事は甚だ不合理である」と指摘し、コンクリートの強度に応じて³²⁾「単に規定としては安全率のみを一定に保つやうにす

表—2 物法以前の建築法令案等における主な許容応力度の比較

法令名	ベルリン建築条例	ニューヨーク建築条例	学会東京市建築条例案	警視庁建築取締規則案	物法施行規則
応力	圧 引 せん断 曲げ	圧縮 引張 せん断 曲げ	圧縮 引張 せん断 曲げ	圧縮 引張 せん断 曲げ	圧 引 せん断 曲げ
松又は白松	60 100 — —	56.2 56.2 2.8 56.2 800 800 40 800	49.2 56.2 — 56.2 700 800 — 800	64.2 64.2 — 64.2 1300 1300 — 1300	75 75 7.5 75
花崗岩	45 — — —	70.3~168.7 — — 12.7 1000~2400 — — 180	105.5 — — 10.5~21.1 1500 — — 150~300	108.7 — — 14.8 2200 — — 300	110 — — 15
コンクリート	— — — —	16.2 — — 2.1 230 — — 30	21.1~35.2 — — — 300~500 — — —	42.5 — — 4.25 4.25 860 — — 86 86	45 4.5 4.5 4.5 9.0(RC)
鋼	875 875 — —	1125 1125 633 1125 16000 16000 9000 16000	1125 1125 703 1125 16000 16000 10000 16000	1125 1125 703 1125 16000 16000 10000 16000	1150 1150 750 115
錬鉄	750 750 600 —	844 844 422 844 12000 12000 6000 12000	844 844 492 844 12000 12000 7000 12000	844 844 492 844 12000 12000 7000 12000	850 850 550 85
鋳鉄	500 250 200 —	1125 211 211 211 16000 3000 3000 3000	844 211 211 211 12000 3000 3000 3000	844 211 211 211 12000 3000 3000 3000	850 200 200 20

単位: kg/cm² 下段の数値は、各案のものと単位による規定値、これをkg/cm²に換算した。下段の太文字の数値の単位はlb./inch²、ただし、警視庁案の松、花崗岩、コンクリートの下段の網かけした数値の単位はlb./ft² *セメント、砂、礫の比が1:2:4の場合

る」こととコンクリートの品質の規定の整備などの改正が必要であると指摘した。昭和4年(1929), 建築学会は「コンクリート及鉄筋コンクリート標準仕様書」を定めた。この頃, 軍艦の建造等から鉄骨造の溶接技術も開発された³³⁾。

これらから昭和5年(1930)に建築学会はコンクリート規定を中心に法規改正を建議³⁴⁾し, 昭和7年(1932), 物法施行規則は改正³⁵⁾された。ここで, ①水セメント比の導入($F=2K/20X$, F :コンクリート圧縮強度, K :4週圧縮強度, X :水セメントの重量比)でコンクリートの許容圧縮応力度は $F/3$ (上限 70 kg/cm^2) ②軟鋼の許容応力度が上昇③地方長官の許可で鉄骨の溶接が可能, となった。

建築学会は昭和8年(1933)に「鉄筋コンクリート構造計算規準」(以下, 「RC規準」と略す。)を発表した。コンクリートの許容圧縮応力度は $F/3$ で, 荷重には固定荷重, 積載荷重, 積雪荷重, 地震力, 風圧³⁶⁾を定め, ³⁷⁾「構造各部は鉛直荷重を受けた場合, 及び之に地震力, 風圧の影響を各別に加算せる場合の何れに就きても安全なる様, その材形及び配筋を設計すべし。」とし, 荷重組合せを示した。①積雪荷重は $3\text{ kg/m}^2/\text{cm}$ ②水平震度は0.1以上③風圧力は 100 kg/m^2 (高さ15m以下) 150 kg/m^2 (高さ15m超)以上, とし³⁶⁾, 横力分布係数法も示した。

この頃, 府県細則で風圧力が定められ始め, 東京は昭和3年(1928)に³⁸⁾, 建築物の高さ6m以下で 75 kg/m^2 以上, 6m超で 100 kg/m^2 以上としていた。6大都市の風圧力規定³⁹⁾を表-3に示す。この時期には風圧力を速度圧と風力係数の積として定める考え方はなかった。

昭和12年(1937)5月, 建築学会は計算法の進歩, 材料品質の向上, 工法の発達等から外国規定を参考に荷重と許容応力度の法規改正を建議した⁴⁰⁾。建議に当たり伊

藤憲太郎らは⁴¹⁾積載荷重を検討し, ²⁷⁾「強度計算方法の進歩, 各種建築材料の品質の向上, 或は工法技術の発達目覚ましく, 此の結果建築物の構造強度上の正確性は, 積載荷重の規定に従来のやうな安全率を考慮する必要がなくなった(中略)先づ第一に低減の方針で進む(中略)第二には規定の用途の種類の増加」と述べ, 外国諸都市の積載荷重値を比較し, 積載荷重算出式を示した。従来の積載荷重値中の安全率を減らした。武藤 清は1934年のドイツ規格(DIN 1050)改正で鋼材に常時・非常時の2種の許容応力度と応力組合せが定められ非常時許容応力度は日本より大きく, ^{42), 43)}「独逸に於ける規格は1934年の改正に依つて, 各国に例を見ざる新形式となった。即ち応力の組合せの方法に依り2種類に分ち 第1種 常時作用すると考へらるる応力組合 鉛直荷重, 交通荷重及雪荷重に依る応力の組合に依る最大設計応力 第2種 非常時的組合応力 常時組合応力に更に, 風荷重, 温度変化等に依る応力を組合せたる最大設計応力」と紹介した。森 徹は木材の許容応力度における安全率の考え方を整理し, 欠点補正のうえ, 強度に対し安全率 $3^{44)}$ とした。

これから物法施行規則が改正された⁴⁵⁾。改正内容は, ①積載荷重の用途の細分化, 数値の低減②木材樹種区分の細分化, 許容応力度の上昇③鋼材許容応力度の上昇(降伏に対し安全率1.5を考慮した。規格材で降伏安全率1.5とすると許容引張応力度は 1600 kg/cm^2 となるが, 市場材品質を考慮し 1400 kg/cm^2 とした^{42), 43)}), である。改正の背景に時局逼迫による鋼材欠乏, 繊維工業発展による木材欠乏もあった⁴⁴⁾。この建議で積雪荷重($3\text{ kg/m}^2/\text{cm}$)と風圧力(高さ15m以下の場合, 速度圧 100 kg/m^2 等)案も示し⁴⁰⁾, 風圧力は速度圧と風力係数の積とする考えを示したが, 物法施行規則はこれらは採用しなかった。

2.6. 室戸台風被害による従来の構造計算法の反省

昭和9年(1934)の室戸台風による木造小学校等の被害から建築学会は風圧力研究を進め, 昭和13年(1938)に木造小学校標準設計案を作成⁴⁶⁾し, この構造計算例で, 固定, 積載, 積雪, 風, 地震の荷重組合せを考慮した⁴⁶⁾。

昭和11年(1936), 棚橋 諒と宇津木 潔⁴⁷⁾は, 建築物には多種の荷重が作用するが, 破壊は一つの荷重の増大のためで, 大きな材料安全率と小さな荷重の構造計算は部材により終局安全率が異なるとし, 「『耐震安全率』が現在の計算を似てしては梁と柱に於て異り, 又柱と柱梁と梁の間に於ても垂直荷重による応力と地震力による応力との比によつて大に異なることを注意しなければならない」「我国に於ては積載荷重安全率と, 耐震安全率の二つに分つて考慮すべき」と指摘した。昭和13年(1938), 武藤は耐風設計面から⁴⁸⁾常時荷重と非常時荷重の区別と割増し係数を用いた非常時荷重組合せを示した。構造安

表-3 府県の物法施行細則の風圧力規定
(垂直平面 1 m^2 当り、これ以上 単位 kg/m^2)

府県名 条文番号	建築物の高		煙突 等*1	独立 煙突
	$\leq 6\text{ m}$	$6\text{ m} <$		
東京 第27条	75	100	150	—
神奈川第13条	100	120	200	—
大阪 第21条	100		200*2	
愛知 第22条 京都 第21条 兵庫 第31条	100		— — —	200

- *1 高さ15mを超える煙突、物見塔、
広告塔、無線電信用電柱
*2 高さ15m以下のものにも適用する

全確保に際し、常時と非常時の区分の概念が導入され、各構造部材の終局安全率を均等化する方法が検討され始めた。

武藤らは紀元 2600 年記念日本万国博覧会の木造建築物の計算規準⁴⁹⁾を提案し、①非常時荷重は起こり得る極大値②許容応力度は材料強度③長期荷重による材料強度低下の対策として常時荷重は 2 倍する④荷重組合せは「設計用応力は常時荷重と非常時荷重の一との組合せを比較して定める」⑤地震力は、博覧会の短期間のため水平震度 0.2。永久的建築物では 0.3 程度としたい⑥風圧力の速度圧は $v^2/16$ で得られ、高さ 15 m 以下では 150 kg/m² 等、恒久的構造物ではこれを 250 としたい⁴⁹⁾、とした。

昭和 9 年 (1934)、日本学術振興会は建築耐震研究を始め、昭和 16 年 (1941) には「建築物耐震構造要項」を発表した。物法の計算法は構造各部の耐震安全度が一定しないと指摘し、①耐震計算法は終局強度法で、水平震度は 0.3~0.4、上下震度は 0.15~0.2 ②許容応力度は終局強度又は降伏点③クリープ考慮のため、a. 常時荷重および地震力による応力、b. 常時荷重を 2~3 倍した時の応力、のうち大きなものを設計応力とする、⁵⁰⁾とした。

昭和 16 年 (1941) 建築学会は「鉄骨構造計算規準案」⁵¹⁾ (以下「S 規準」と略す。) を発表し①「構造物は常時のみならず、風圧力・地震力等の作用する場合にありても充分安全なる様、各種荷重の合理的組合せを考慮しその設計応力を定め各部構造を検すべし」② a. 常時荷重、b. 常時荷重および雪荷重、c. 常時荷重および風圧力、d. 常時荷重および地震力、の組合せを考慮し「積雪期長き地方にありては雪荷重と風圧力又は地震力を同時に考慮すべし」③地震力は水平震度が 0.1 以上④風圧力の速度圧は建築物の高さ 15 m 以下では 100 kg/m² 等 (鉄塔は建築物の 2 倍の値) とし「浮力検定に当りては風圧力を 2 倍」とした⁵¹⁾。武藤は⁵²⁾「建築物に対する速度圧に比して鉄塔の類は之を 2 倍に取る事になつて居ります。(中略) 風で倒れる場合を考えますと、常時の荷重はその儘で、風圧力だけが強くなって潰されるのであります。普通の建築に付て見ますと、風で潰される場合には、普段持つて居ります荷重に対する安全率の余裕があります (中略) 然るに鉄塔の類になりますと、その断面が殆ど風荷重だけで決つてしまふことになりますから、風に対する安全率は概ね材料の安全率だけ、例へば鋼材で 1.5 の安全率だけしかない (中略)。建築物に較べますと、非常に安全度が不足致しますので、それ等の点を是正するために荷重を大きくした (中略)。否大きくしたと申しますよりは鉄塔類には普通に取り、建物は特に軽減したと申す方が適當」と記した。竹山謙三郎は⁵³⁾「風圧力は通常 200 kg/m² 程度の速度圧を対象として考へて

居るが、計算に当つては速度圧として其の 1/2 即 100 kg/m² を採つて居り、之の危険率は材料の安全率により処理される」と記した。

2.7. 戦争による物法の停止と戦時規格の制定

物法は戦時措置で昭和 18 年 (1943) に大半が停止した⁵⁴⁾。内閣技術院科学技術審議会に、資材節約から安全率低下を目指す戦時規格の策定が諮問された。構造設計法が見直されたが、材料節約から安全を犠牲にするのではなく、室戸台風以来指摘された計算法の不合理点を改善した。武藤、竹山らが中心に、昭和 19 年 (1944)、臨時日本標準規格第 532 号「建築物ノ荷重」同第 533 号「建築物強度計算ノ基本」⁵⁵⁾ (以下「戦時規格」と略す。) が作られた。

戦時規格は従来より荷重を大きく材料安全率を小さくしており、物法施行規則と比べ、次の特徴を持っていた。①重要な建築物は荷重を適当に増大するとした②積載荷重は物法令より低減された③積雪荷重は 2 kg/m²/cm ④風圧力は $p=c \cdot q$ $q=40\sqrt{h}$ (q : 速度圧, h : 高さ) ⑤地震力は水平震度が 0.15 (通常地盤), 0.2 (軟弱地盤) ⑥応力の組合せは長期・短期の二本立てとした⑦許容応力度には長期・短期の別はなく、値は物法令の約二倍になった⑧基礎、木造、RC 造は常時と積雪時応力を二倍するとした⑦計算誤差、施工誤差、材料の変動を考慮して必要に応じ断面を増加するとした、などである。

石黒によれば⁵⁶⁾、戦時規格の検討で、武藤は①荷重は常時と非常時に分けて予想最大とし、水平震度は 0.3、風圧力の速度圧は S 規準の 2 倍②許容応力度は材料の静的強度に近い値③木材、コンクリート等では長期荷重も考慮し、割増係数 α を 1.5 とした荷重組合せ、を提案した。荷重組合せに「常時」「非常時」の概念を明示した。

武藤案は弾性理論では計算が不可能なため、戦時規格は弾性理論で可能のように許容応力度はほぼ比例限度または降伏点、荷重は比較的しばしば繰り返されるものとした⁵³⁾。竹山は⁵³⁾「構造物の倒壊即ち終極破壊を目標として設計するならば予想し得る最大の荷重値、若くはそれ以上を対象とするのが理想であらう」「構造物の破壊強さと云ふものは其の安全性を判定する明確な因子であるが (中略) 応力・断面の計算等之が正確なる解法は尚大部分今後の研究に俟たねばならない。(中略) 構造物の弾性強さなるものを考へ、強度計算は一応此の弾性強さを目標として行ひ (中略) 強度計算にも従来慣用の計算法を大体そのまま適用することが出来る。(中略) 対象とすべき荷重の大きさは (中略) 比較的頻度の多い大きいものを対象とすべき」と述べた。戦時規格の荷重は予想最大のものより小さかったが、目標は、より大きな荷重への安全確保であった。許容応力度には長期・短期はなかったが、応力組合せにクリープ考慮の長期、非

常時安全確保の短期という概念を採用した。

2.8. 日本建築規格 建築 3001 の制定

戦時規格をもとに建築学会構造標準委員会が検討⁵⁷⁾して昭和 22 年 (1947), 日本建築規格建築 3001「建築物の構造計算」(JES 3001)⁵⁸⁾が制定された。これは戦時規格と比べ、次の主な相違点がある。①応力組合せと許容応力度の両者に長期・短期が採用され、クリープ考慮の応力割増はなくなった。許容応力度は、短期が戦時規格程度で物法の約 2 倍、コンクリートは強度の 2/3、鋼材は降伏点。長期は物法の値程度。長期と短期の比は、木材・コンクリートが 1:2、鉄材が 1:1.5 ②風圧力の速度圧は $q=60\sqrt{h}$ ③地震力は通常の構造物で水平震度が 0.2 以上、軟弱地盤上の木造建築物で 0.3 以上 (高層建築物の上階・屋上突出物は適宜割増す)⁵⁸⁾、とした。

戦時規格の許容応力度は JES 3001 の短期相当のもので基礎、木材、コンクリートはクリープ考慮から長期応力を 2 倍するとしたが、JES 3001 では鋼材も含め長期許容応力度が定められた。石黒は⁵⁶⁾、建築学会の鉄骨分科会の検討で、戦時規格に鋼材に長期荷重への安全余裕が無いとの意見があり、鋼材の長期許容応力度を短期の 2/3 とした、と述べている。ここで「長期・短期」ではなく「常時・非常時」の用語の採用も検討したが、「非常時」は戦争に結びつくため採用しなかった。戦時規格の常時はクリープを考慮した常時応力の割増しとの概念が明確だったが、JES 3001 の長期にはそれが貫かれなかった。

竹山は長期について⁵⁹⁾「木造で問題となるのはクリープ破壊ではなく、常時に起るクリープ変形である」「木造の場合では、クリープ変形障害を起させないために長期応力計算をして居る」と記し、JES の規定について⁵⁹⁾「改訂の要点は、臨時規格が短期許容応力度 1 本であつたのに対して、新に長期許容応力度が追加されたことで、構造計算は長期・短期の 2 本建となつたのである。改訂の理由は一口でいえば、常時作用して居る荷重に対しては国際的の許容応力度値を用いて常識的な断面寸法を確保し度いという気持ちによる (中略) 真意については規格立案関係者によつてそれぞれの見解があると思うが、少く共木造のクリープ障害防止ということがその理由の根拠として大きく採り上げられたことは事実である。(中略) 鉄筋コンクリート造に対してはクリープの影響の他、更に未だ明確に掴まれて居ない種々の原因によつて思わぬ障害を生じないために、従来の経験によつてさして不都合を感じて居なかった常識的断面が得られるように、長期応力計算を採用したもの」と解釈される。鉄骨造に対しては長期応力計算の明確な根拠が更につけ悪くなる。当初は鋼材のクリープ限度から考えて、長期応力計算の必要がないという意見もあつたが、矢張り振動・腐蝕、或は鉄骨造は比較的静定に近い構造が多いの

で計算誤差の影響が大きいこと等から、不測の障害に備えて、旧来の許容応力度 1400 を多少上昇して、2400/1.5 に当る 1600 kg/cm² に当るという長期許容応力度が採用されたといつて良いであろう」「積載荷重値は通常起こり得る最大値という主旨で定められた臨時規格当時の値がそのまま新規格にもひきつがれた。尚新規格の立案に当つては、積載荷重も常時と臨時に分けたらどうかという案もあつたが、安全のためと計算操作を成る可く簡易化するために、積載荷重は全部常時荷重として扱うことになつた」「風圧力としては新規格では我国を襲つた過去の最大値という意味で $60\sqrt{h}$ を採ることとなり、通常起こり得る最大値 $40\sqrt{h}$ を割増した。地震力に対しては臨時規格と大差なく 0.2 という基準震度が用いられている。この値は許容応力度の上昇とにらみ合せ余り従来と大差のない断面が得られるというねらいから古く慣用の 0.1 という震度を 2 倍にしただけのことであつて、どの程度の地震を対象として居るかという明確な根拠はない」と記した。谷口 忠は地震力は水平震度 0.3 を提案していた⁵⁶⁾。

戦後、物法が復活し、JES 3001 は計算の特例とされ、従来の計算方法と併記された。

2.9. 建築基準法の制定

昭和 25 年 (1950), 基準法が制定され物法は廃止⁶⁰⁾さ

図一 建築基準法施行令の構造計算規定の成立過程 (k: 水平震度, q: 速度圧, c: 風力係数)

れた。構造強度は建築学会が原案を作成し⁶¹⁾施行令に定められた。基準法の規定の多くは物法から引継がれた。計算規定に JES 3001 が採用され、①計算誤差等による断面の増大と建築物の重要度による荷重の増大規定等の削除②地震力の高さ方向の分布の定量化、等の修正がされた。これは、基準法は最低基準を定めることおよび規定事項を明確化する⁶¹⁾、との方針のためであった。物法の計算規定は、特例として昭和 34 年 (1959) まで残った。

図一1 に物法から基準法に至る構造計算規定の変遷の過程を示し、法令、基準案等の積雪荷重、風圧力、地震力等を表一4 に、荷重 (応力) の組合せを表一5 に示す。

3. 考 察

物法制定以前にも少数の建築物では構造計算が行われた。地震力は風圧力より大きかったので、荷重は、固定荷重、積載荷重と地震力を組み合わせていた。制定時の

表一4 各法令、基準案、規格等における積載荷重、積雪荷重、風圧力、地震力、許容応力度等

法令等の制定、改正等		学会 東京市 条例案	家屋 耐震 構造 論	警視 庁規 則案	大9 物法 施行 規則	日本 興業 銀行 *4	物法 大13 改正	構造 強度 計算 規程	昭5 建議 昭7 改正	RC 規程	昭12年 建議	物法 昭13 改正	木造 小学 校設 計案	2600年 万博規 程案	建築 耐震 構造 要項	S規程 案	臨時日 本標準 規格 武蔵案	臨時日 本標準 規格	JES 3001 基準法 施行令
積載 *1	住宅	kg/m ²	293	—	247	250	—	250	250	200	200	—	法令と RC規程 による	—	法令に よる	法令に よる	180	180	
	事務所	kg/m ²	488	—	370	370	—	370	370	300	300	—	—	—	—	—	300	300	
	教室	kg/m ²	488	—	420	420	—	420	420	350	350	350	—	—	—	—	230	230	
非常 時荷 重	雪	単位kg/m ² /cm	—	—	—	—	—	—	—	3	3	—	3	100kg/ m ²	—	3	—	2, 3・16	2, 3・18
	風圧力 P, W 速度圧q: kg/m ² c: 風力係数 A: 受圧面積 h: 高さ(m)	219 煙突 244	—	実況 煙突 198	—	146 (30 lb. / ft ²)	—	適当 に 仮定	—	P= 150 P=c・q q=100 130 160 200	—	P= 100 P=c・q q=150 195 240 300	—	W=cqA ¹² q=100 130 160 200	—	P=c・q q=200 260 320 400	P=c・q q=40/h q=80 140 200	P=c・q q=60/h q=120 210 300	
		地震力(震度)	—	0.3・3	—	—	1/15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2・8	0.3・7	0.1・13	0.3	0.15・17
許容 応力 度 *2	コン クリ ート	圧	21.1 ~35.2	—	42.5	45	—	45	—	F/3	F/3	F/3	—	—	F	—	F/1.5	F/1.5	F/1.5
		引切斷	—	—	4.25	4.5	—	4.5	—	F/30	F/30	F/30	—	—	0.1F	—	F/15	F/15	F/15・20
	鋼材	圧引曲	1125	—	1125	1150	—	1150	—	1200	1200	1400	1400	2800	2800	1600	2400	2400	2400・21
		ヒ断	703	—	703	750	—	750	—	800	—	700	700	—	1400	1400	800	1200	1200・21

*1 床用の値 *2 単位はkg/cm², Fはコンクリート強度, *3 東京下町の子期震度 *4 架橋建築耐震構造論付録計算書より *5 上限70kg/cm²
*6 上限7kg/cm² *7 150は短期間建築物用、恒久的構造物では250を希望 *8 0.2は短期間建築物用、永久的建築物では0.3を希望 *9 水平地震動は0.3~0.4、上下地震動は0.15~0.2 *10 引張0.1F・せん断0.2F *11 SS41の場合 *12 鉄塔の類はこの2倍の値 *13 高さ15mを超える塔状構造物の場合0.15 *14 上限140kg/cm² *15 上限14kg/cm² *16 長期にわたる積雪の場合 *17 通常地盤の場合0.15、軟弱地盤の場合0.2 *18 雪国(多雪区域)の場合 *19 通常の場合0.2、軟弱地盤上の木造建築物の場合0.3 *20 短期許容応力度(長期はこの1/2) *21 短期許容応力度(長期はこの2/3)

表一5 荷重 (応力) の組合せ (ここで、G: 固定, P: 積載, S: 積雪, W: 風, K: 地震, C: クレーン等の荷重 (による応力) を示す)

法令等	物法 施行 規則	日本 興業 銀行	物法 大13 改正	構造強 度計算 規程	RC 規程	DIN1050 1934年	物法昭 13建議 改正	木造小学 校標準設 計案	同左武蔵 清の惑想	2600年 万博案	建築物 耐震構 造要項	S規程 案	臨時日本標 準規格 武蔵案	臨時日本標 準規格	JES3001 基準法 施行令
荷重	G, P	G, P, W, K	G, P, K	G, P, K, (W)	G, P, S, W, K	* 4	G, P, K, (S, W)	G, P, S, W, K	G, P, S, W, K, C	G, P, S, W, K	G, P, K, と言及	G, P, S, W, K	G, P, S, W, K, C	G, P, S, W, K	G, P, S, W, K
	明示した規定なし	G+P +K G+P +W * 1	明示した規定なし	G+P G+P+K G+P+W G+P+S +K G+P+S +W * 3	G+P G+P+S G+P+K G+P+W G+P+S +K Tr: 交通 荷重等 Te: 温度 応力等 * 4	常時 G+P+Tr+S 非常時 G+P+Tr+S +W+Te	明示した規定なし	G+P+S G+P+W G+0.5P +K	非常時の組合せ α _G G+α _P P+S α _G G+α _P P+S α _G G+α _P P+S+K α _G G+α _P P+S+W α* は非常時の割増係数	2G 2(G+P) G+P+S G+P+W G+P+K * 5	G+P G+P+K クレーン考慮 2(G+P) 3(G+P) * 6	G+P G+P+S G+P+W G+P+K (+S) G+P+K (+S) * 7	α(G+P)+C α(G+P)+C+W G+W α(G+P)+C+K G+K α(G+P)+C+S α=1.5 (木及びRC) α=1.0 鋼 Gは実況の1.2倍する	長期 G+P 木等 2(G+P) 短期 G+P+S G+P+W G+W G+P+K 木等 2(G+P+S)	長期 G+P 短期 G+P+S G+P+W G+P+K (+S) G+P+K (+S)

* 1 風圧力は地震力に比し非常に小なりさればこの場合地震のみを考慮すれば可なり。
* 2 常時荷重ノ外地震等ニ依リ横力ヲ加算ス。風力は、適当ニ之ヲ仮定ス。横力トシテハ風力及風力ノ中、影響ノ大ナルモノヲ採ル。
* 3 鉛直荷重を受けた場合、及び之に地震力、風圧の影響を各別に加算せる場合の何れに就きても安全なる様、その材形及び配筋を設計すべし。
* 4 第1種 常時作用すると考へらるる応力組合 鉛直荷重、交通荷重及び雪荷重に依る応力の組合に依る最大設計応力
第2種 非常時的組合応力 常時組合応力に更に、風荷重、温度変化等に依る応力を組合せたる最大設計応力
* 5 積雪荷重、風圧力又ハ地震力ヲ組合セル場合ニ於テハ状況ニ依リ積雪荷重ヲ半減スルコトヲ得。
* 6 固定荷重と(略)常時積雪荷重とによる各部の応力を算定し、次に固定荷重と、震力に対する低減積載荷重とに対して予想震度を乗じて得たる震力に依る各部の応力を算定し、これ等応力の和が、各部構造材料の耐力(特に終局強さ)以内に有るように
* 7 浮力検定に当りては風圧力を2倍となすべし。

物法では、荷重は固定荷重、積載荷重が規定され、他の荷重は規定されず、荷重の組合せ規定もなかったが、物法以前の設計にあるように、必要に応じてこれらの鉛直荷重と他の荷重との組合せは想定されていたと考える。

物法以前に震度法が提案され、風圧力案もあったが、物法制定時には規定されなかった。その理由は、地域差が大きいことおよび水平力の応力計算法が未普及だったことへの考慮と考える。

地震力は、1923年の関東大地震の翌年に物法に定められた。同時期に制定された建築学会の構造強度計算規程で、実用的な水平力の応力計算法と荷重の組合せが定められたが、これは荷重の組合せという新しい概念を導入したのではなく、従来の手法を明示したものと考える。

風圧力は府県細則で定められた。材料安全率を考慮して地震力と風圧力は小さく、積載荷重には荷重側にも安全率が含まれていた。1934年の室戸台風の後、棚橋らは、部材の終局安全率の均一化と常時安全と地震安全の区分の考えを提案した。DIN規格での常時・非常時の概念の導入もあり、武藤らの検討を経て、常時安全については、クリープ考慮から長期間作用する荷重の応力割増につながった。非常時安全については、学術振興会の建築物耐震構造要項などで、終局強度型体系が検討され、非常時荷重と許容応力度が上昇した。この後に、戦時規格で、常時安全確保はクリープ考慮の長期概念になり、非常時安全確保は短期概念になり、同時に、長期は常時作用する荷重の組合せとし、短期は常時の荷重に短期的荷重の1つを加える、となった。戦後のJES 3001でクリープは応力の割増しではなく、長期許容応力度が定められ、その値の低下で考慮するとされた。

ここで、竹山が、JES 3001の木造の長期はクリープによる変形増大防止が目的、と説明している点は注目できる。木造の長期は破壊防止による安全性確保ではなく、変形制限による機能性確保の観点がかがえる。しかし、木造以外では、クリープのない鋼材にも長期許容応力度が定められ、長期の意味があいまいになった。筆者は、竹山の指摘のように、長期の計算は、常時の荷重に対し、常識的な部材断面を得るためとの解釈が妥当と考える。

基準法の震度0.2は許容応力度の上昇に対応したもので物法の震度0.1の延長であった。震度と短期許容応力度は比較的多く発生する地震と弾性限度に対応するが、ここでも、目標は、1923年の関東大地震程度の大地震への安全確保であったと考える。1980年の改正による地震の標準せん断力係数 $C_0=0.2$ は震度0.2の延長であるが、現在の短期計算は、層間変形角制限と連携して、中地震時の建築物の機能性確保とされている⁶²⁾。一方、風圧力は、当初、許容応力度での安全率等を考慮して小さな値であったが、許容応力度の上昇によって、過去の最大値に相当するものとなった。風の短期計算の目標は、

地震のような機能性保持ではなく、安全確保と考えられる。

筆者は、荷重値等は変化したが、規定の目標は、物法時代から基準法制定時まで一貫して大荷重への安全確保であったと考える。少なくとも地震と風に対しては、目標は、大荷重に対する部材破壊防止による安全確保であり、中規模の荷重に対する機能性確保の概念は薄く、解析手法を考慮して荷重と許容応力度は終局的なものより小さい値が定められたもので、基準法制定後に規定の解釈を変えて、地震の短期計算は中規模地震に対する機能性の保持、としたと考える。

長期は常時作用する荷重の組合せ、短期は常時荷重に短期的荷重を1つ組み合わせるという荷重組合せは、物法以前から考えられたが、長期・短期概念の形成とともに現在の形になった。なお、基準法は、荷重の組合せではなく、応力の組合せとしている。ここには荷重と荷重効果との違いがあるが、弾性解析では、結果は同じであることおよび荷重と荷重効果の差を述べることは、本論文の目的でないこと、からここでは「荷重組合せ」を用いた。

こうした結果、長期は材料により、短期は荷重により、それぞれ計算の目標と意味に差が生じたと考える。このような概念の不統一は好ましくなく、今後の構造計算法は、その目標を明確化することが必要と考える。

4. 結 論

建築基準法制定時の構造計算規定とその長期・短期概念と荷重組合せの成立の過程を明らかにした。成立過程と現在の問題点は次のようなものである。

- 1) 当初、物法は常時の荷重のみを規定し、1923年の関東大地震の後、地震力規定を導入したが、1934年の室戸台風後に棚橋の指摘、武藤の検討などにより常時安全と非常時安全の区分けがされて、戦時規格をへてJESにより長期・短期概念にまとまった。基準法はJESによった。
- 2) 長期は、木造のクリープ変形考慮が主だったが、鋼材の長期の意味は不明確だった。短期は、非常時の大荷重への安全確保が目標だったが、弾性解析を考慮してやや小さい値に決められた。ただし、地震と風では荷重の水準の考え方に差があった。
- 3) 1980年の改正で地震の短期計算は中規模地震での機能性確保とされ、基準法制定時と、短期の意味に差が生じ、風の短期計算の意味とも差が生じた。
- 4) 常時荷重の組合せおよび常時荷重に短期的荷重を1つ加える荷重組合せの形は、基本は物法以前からあったが、長期・短期概念の形成とともに基準法の形になった。
- 5) 今後、概念の統一と規定の目標の明確化が必要である。

注および参考文献

- 1) 大橋雄二・橋川溶治：法令における構造関係規定の変遷（その1）（その2），日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅰ，pp.1～4，昭和61年8月，同（その3）（その4），日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅰ，pp.1369～1372，昭和62年10月，同（その5）（その6）（建築基準法施行令の構造計算規定の制定の経緯（1）（2）），日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅰ，pp.1～4，昭和63年10月，大橋雄二：我が国の建築法令における構造強度規定の変遷，あらか，建設省建築研究所編建築研究成果撰第5集，pp.1～28，1987.10，大橋雄二：荷重関係法規の変遷，日本建築学会設計荷重理論小委員会「設計荷重の考え方」pp.49～61，1989.4，大橋雄二：構造計算規定における長期・短期概念の成立に関する考察，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅰ，pp.135～136，1990.10など
- 2) 石川孝重・平田京子：東京市建築条例妻木案が果たした役割，日本建築学会構造系論文報告集，No.397，pp.32～41，1989.3，同著者：東京市建築条例学会案から市街地建築物法施行規則に至る立案過程とその特徴，日本建築学会構造系論文報告集，No.406，pp.12～23，1989.12，同著者：東京市建築条例学会案から市街地建築物法施行規則に至る構造計算にかかわる数値規定の変遷とその根拠，日本建築学会構造系論文報告集，No.412，pp.19～29，1990.6
- 3) 日本建築学会編：近代日本建築学発達史，丸善，pp.981～993，1972.10，藤森照信：明治の東京計画，岩波書店，pp.1～220，1982.11，石田頼房：日本近代都市計画の百年，自治体研究社，pp.32～44，pp.51～105，1987.1など
- 4) 日本建築学会図書室妻木文庫による。研究資料は，石田頼房：日本建築学会図書室所蔵妻木文庫中の建築法規関係資料，総合都市研究，No.19，pp.169～188，1983.10，片倉健雄：市区改正委員会による東京市建築条例諸案の系譜，日本都市計画学会学術研究論文集，第20号，pp.25～30，昭和60年11月，加藤仁美：市区改正委員会における東京市建築条例案の検討過程とその到達点，日本建築学会計画系論文報告集，No.376，pp.95～105，1987.6など
- 5) 日本建築学会図書室妻木文庫。注4)の石田の文献にある
- 6) 日本建築学会図書室妻木文庫。伯林建築条例
- 7) 神奈川県家作建方条目，明治6年7月18日，白石博三：明治以後の建築法令，建築関係法令の研究11，日本建築学会建築計画委員会建築基準小委員会，pp.104～105，昭和57年9月にある
- 8) 斉藤和夫：明治19年制定長屋家屋建築令規の成立事情について，日本都市計画学会学術研究論文集，第17号，pp.403～408，昭和57年11月
- 9) 斉藤和夫，赤崎弘平：市街地建築物法制定以前における建築規制関係地方令規の制定動向とその分布について，日本建築学会近畿支部研究報告集，第22号計画系，pp.457～460，昭和57年6月
- 10) 日本建築学会編：近代日本建築学発達史，丸善，pp.1～49，1972.10
- 11) 日比忠彦：鉄骨構造建築学，建築雑誌，第231号，明治39年3月から，佐野利器：建築構造強弱学，建築雑誌，第219号，明治38年3月から，など
- 12) 佐野利器：家屋耐震構造論，震災予防調査会報告第83号，大正5年（著者日付は大正3年12月）注10)の文献pp.54～61に抄録がある。
- 13) 佐野利器：風力に就て，建築雑誌，第236号，pp.515～522，明治39年8月
- 14) 東京市建築条例案起稿願末報告，建築雑誌，第323号，pp.558～565，大正2年11月
- 15) 建築学会東京市建築条例案は建築学会図書室にある。注7)の白石の文献pp.129～162に成案がある。この制定経過は注2)の文献に詳しい。
- 16) 中村達太郎：欧米建築条例の比較，建築雑誌，第220号，pp.216～222，明治38年4月
- 17) 建築取締規則，大阪府令第74号，大阪府公報号外，明治42年8月18日，注7)の白石の文献pp.114～123
- 18) 建築取締規則，兵庫県令第2号，兵庫県報第1576号，明治45年1月31日，注7)の白石の文献pp.124～128
- 19) 内田祥三：市街地建築物法の回顧，建築行政，昭和26年5月号，pp.2～8
- 20) 警視庁建築取締規則草案（大正7年8月30日の日付）東京都公文書館所蔵のものに基づいた。風圧力は第111条
- 21) 内藤多仲：架構建築耐震構造論，建築雑誌，第436号，大正11年10月より
- 22) 内藤多仲：架構建築耐震構造論（六），建築雑誌，第441号，p.81，大正12年3月
- 23) 内藤多仲：架構建築耐震構造論（五）（六），建築雑誌，第440号，pp.39～53，大正12年2月，同第441号，pp.69～86，大正12年3月
- 24) 注10)の文献pp.1044～1062，注3)の石田の文献pp.107～143
- 25) 都市計画法，大正8年4月4日法律第36号，市街地建築物法，大正8年4月4日法律第37号
- 26) 市街地建築物法施行規則，大正9年11月9日内務省令第37号，建築雑誌，第408号付録，pp.1～5，大正9年11月
- 27) 伊藤憲太郎：積載荷重に就て，建築雑誌，第628号，pp.858～863，昭和12年7月
- 28) 大正13年6月12日内務省令第15号，建築雑誌，第456号，pp.464～466，大正13年7月
- 29) 北沢五郎：震度談，建築学大系15巻の月報，彰国社，1957.9，ここでは久田俊彦：地震と建築，鹿島出版会，pp.49～50，1974.9によった
- 30) 時局ニ関スル特別委員会：構造強度計算規準（大正13年12月），建築雑誌，第469号巻末，pp.1～5，大正14年4月
- 31) 市街地建築物法施行規則第102条（制定時）
- 32) 浜田 稔：コンクリートの配合に関する研究，建築雑誌，第520号，pp.325～346，昭和4年4月
- 33) 村松貞次郎：日本近代建築技術史，彰国社，pp.154～159，1976.9
- 34) 建築法規改正に関する建議，建築雑誌，第532号，pp.867～874，昭和5年4月
- 35) 昭和7年1月12日内務省令第1号，建築雑誌，第553号，pp.96～99，昭和7年1月，菱田厚介：市街地建築物法の改正に就て，建築雑誌，第554号，pp.267～276，昭

- 和7年2月
- 36) コンクリート及鉄筋コンクリート標準仕様書・鉄筋コンクリート構造計算規準, 建築学会, pp. 31~40, 昭和8年9月
 - 37) 注36)の文献 p. 75
 - 38) 警視庁令市街地建築物法施行細則第27条, 昭和3年11月
 - 39) 山之内嘉兵衛: 建築法令, 東学社, pp. 65~67, 昭和10年6月, 伊藤憲太郎・伊藤鉦太郎: 積載荷重の各国規定その他に関する資料, 建築雑誌, 第646号, pp. 25~37, 昭和14年1月
 - 40) 建築法規改正に関する建議, 建築雑誌, 第627号, pp. 715~719, 昭和12年6月, 北沢五郎: 市街地建築物法施行規則中の荷重及許容応力度に関する条項の改正建議に就て, 建築雑誌, 第628号, pp. 857~858, 昭和12年7月
 - 41) 注39)の伊藤らの文献
 - 42) 武藤 清: 鉄骨の許容応力度に就て, 建築雑誌, 第628号, pp. 866~869, 昭和12年7月
 - 43) 武藤 清: 建築法規中鋼材の許容応力度の改正に就て, 日本建築学会論文報告集, 第7号, pp. 1~7, 昭和12年12月
 - 44) 森 徹: 木材の許容応力度に就て, 建築雑誌, 第628号, pp. 864~866, 昭和12年7月, 森 徹: 建築用木材の許容応力度に就て, 日本建築学会論文報告集, 第8号, pp. 11~20, 昭和13年2月
 - 45) 昭和12年6月12日内務省令第25号, 建築雑誌, 第628号, 付録 p. 1, 昭和12年7月
 - 46) 木造規準調査委員会: 木造2階建小学校校舎構造一案, 建築雑誌, 第635号, pp. 113~136: 昭和13年2月
 - 47) 棚橋 諒・宇津木潔: 耐震安全率の問題: 日本建築学会論文報告集, 第1号, pp. 177~180, 昭和11年3月
 - 48) 武藤 清: 木造小学校標準教室構造設計に就ての感想, 建築雑誌, 第635号, pp. 148~152, 昭和13年2月
 - 49) 武藤 清・長沼 重: 新形式の木構造計算法, 建築雑誌, 第644号, pp. 1191~1200, 昭和13年11月
 - 50) 日本學術振興会編: 建築物耐震構造要項, 岩波書店, pp. 18~29, 昭和16年3月
 - 51) 鉄骨構造計算規準(案), 建築雑誌, 第681号, pp. 941~963, 昭和16年12月
 - 52) 武藤 清: 鉄骨構造計算規準(案)に就て, 建築雑誌, 第684号, pp. 159~165, 昭和17年3月
 - 53) 竹山謙三郎: 構造物の安全性と荷重及び許容応力度の取扱ひに就いて, 建築雑誌, 第699号, pp. 464~471, 昭和18年6月
 - 54) 昭和18年12月24日勅令942号, 市街地建築物法戦時特例
 - 55) 臨時日本標準規格第532号・第533号, 建築雑誌, 第712・713号, pp. 281~288, 昭和19年8・9月
 - 56) 石黒徳衛: 建築構造の安全性と鋼材の許容応力度, 建築技術, 第316号, pp. 137~145, 1977.12
 - 57) 学会情報, 建築雑誌, 第730・731号, p. 26, 昭和22年3・4月
 - 58) 日本建築規格建築3001, 建築雑誌, 第730・731, pp. 13~25, 昭和22年3・4月
 - 59) 竹山謙三郎: 構造計算と建築物の安全性について, 建築雑誌, 第822号, pp. 1~6, 昭和30年5月
 - 60) 昭和25年5月24日法律第201号
 - 61) 建築基準法解説, 日本建築学会, p. 3, p. 41, 昭和25年11月
 - 62) 構造計算指針・同解説1988年版, 日本建築センター, p. 105, 1988.5など
- (1990年9月1日原稿受理, 1991年3月18日採用決定)