

構造家・坪井善勝の論考にみる技術観

Yoshikatsu Tsuboi's view of technology in his treatise

○奥田優人², 大川三雄¹

*Yuto Okuda², Mitsuo Ohkawa¹

Abstract: Yoshikatsu Tsuboi is a structural engineer, known for collaborative works with an architect Kenzo Tange. In the study of modern architectural history, Tsuboi is assessed as the first 'creative' kind of engineer in Japan. However, Tsuboi's impression through his treatise was 'steady' engineer. The purpose of this study is to confirm Tsuboi's view of technology.

1. はじめに

坪井善勝 (1907-1990) は、建築家・丹下健三 (1913-2005) との協働で知られる構造家及び研究者である。代表的作品である国立代々木屋内総合競技場(丹下健三都市建築研究所設計, 1964)において日本の建築意匠および建築技術を世界水準へと導いた。

「坪井さんと丹下さんが議論をしている様子を見てみるとどちらが建築家でどちらが構造家かわからない。丹下さんがしゃべるのはおもに構造計画的な提案や着想であり、坪井さんがしゃべるのはプランニングや造形的な提案なのだ」という大谷幸夫の言葉^[1]にあるように、坪井は「創造的構造家」という印象が強い。しかし、坪井の論考の関心の推移やその内容を技術観に着目してみると、「創造的構造家」というよりも「堅実的構造家」の像が強く浮き上がってくる。

2. 研究目的と方法

本稿では、坪井の論考にみる技術観を明らかにする。1935年から1989年までの坪井による501の論考を、「論考の種類」(5項目)で大きく分類し、その内容をさらに「構造材料」(9項目)、「構造形式」(9項目)、「トピック」(5項目)で分類した。分析結果は、Table. 1に示すとおりである。各項目の数の推移と、論文の数に対する項目の割合の推移を当時の社会的背景や坪井個人の活動と照らし合わせる。

3. 坪井善勝の論考にみる技術観

3-1. 第1期 技術の受入と研究 (1935-1948)

第1期の論考の15.38%(4)のが海外の文献を翻訳したものとなっている。翻訳の他に、「DishingerおよびFinsterwarder: Handbuch der Stahlbeton IVやFlügge: Statik und Dynamik der Schallenがほとんど唯一の手引きであったと記憶する。」^[2]という発言から海外の文献に積極的に目を通してることがわかる。1934年には『建築雑誌』内で海外文献の抄録を担当しており、最先端の理論と作品にふれている。

この時期の坪井の論考は、平面応力およびフラットスラブ構造に関する理論的研究が50.00%(13)を占めている。これらの研究の成果は、日本初の壁構造による集合住宅である高輪アパート(戦災復興院住宅局, 1948)に実現した。しかし、こうした実現の機会は少なく、戦中はもちろん戦後の混乱期の中では実験をおこなうことも難しかった。坪井の論考は「理論・解析」が73.08%(19)とほとんどを占め、実験を行うために苦労した逸話も残っている。^[3]

戦前から海外文献の抄録や翻訳を通して、最先端の技術と理論にふれていた。また、平面応力およびフラットスラブ構造が主な研究テーマとなり、高輪アパートでこれを実現した。第1期は海外の技術を受け入れることに専念し、実践への準備期間となった。

3-2. 第2期 技術の検証と展開 (1949-1957)

Table. 1 Analyzing result of Tsuboi's treatise

	種類					構造材料									構造形式									トピック					論文の数
	作品	実験	理論・解析	翻訳・教科書	評論	PS	RC	軽骨材	SRC	S	木	レンガ	軽金属	壁	フラットスラブ	シェル	折板	ラーメン	ブレース	スベスレム	膜	サスペンション	地震・耐震	不燃	コンクリータ	風	高層		
第1期(1935-1948)	1	3	19	4	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	13	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	26
第2期(1949-1957)	26	77	50	7	27	56	1	0	0	27	0	1	1	2	14	5	45	1	12	0	0	0	18	1	0	1	0	164	
第3期(1958-1971)	30	79	97	4	38	78	17	12	3	0	8	1	0	4	21	0	84	2	9	0	13	6	9	9	0	6	5	223	
第4期(1972-1989)	8	16	48	1	15	7	0	0	0	20	0	0	0	0	7	0	34	0	10	10	5	4	4	9	0	1	0	88	
TOTAL	65	175	214	16	80	142	18	12	3	27	28	3	1	6	43	18	164	3	31	10	18	10	13	37	1	7	7	501	

1: 日大理工・教員・建築 Prof., College of Science and Technology, Nihon University

2: 日大理工・院(前)・建築 Graduate School of Science and Technology, Nihon University

坪井の評論活動は全論考の 16.46% (27) を占めた。評論の中でも「地震・耐震」が 10.98% (18) と多く、福井地震 (1948) や十勝沖地震 (1952) に積極的に言及し、構造家として普遍的問題に立ち向かっている。

また、全論考のうち「作品」が 15.85% (26)、「実験」が 46.95% (77) を占めている。「作品」の項目に関しては直接言及しているものを対象としているが、関連する論考はより多い。作品に直結した実験での確認がしつこくおこなわれた。「デザインと構造」^[4]では、「欧米建築にその(未解決の分野の)試作を期待している」技術者の怠惰な態度を批判している。海外の研究を鵜呑みにするのではなく、日本の地理的条件に合致するよう検証と改良が必要であることを訴えた。

朝鮮特需 (1950-52) によってビルブームが引き起こされると、鉄骨鉄筋コンクリート造の研究の必要性が再認識された。坪井の論考においても「SRC」16.46% (27) がすべて第 2 期に集中した。鉄骨鉄筋コンクリート造の研究は「組織的な実験的研究」^[5]であり、具体的な建築を目標にしたものでないことに着目されたい。坪井は実践的な構造家としてだけでなく、純粋な研究者としての活動も怠らなかつた。

構造家としての責任を強く感じていた坪井は、実践と実験を繰り返した。第 1 期から培われた技術を日本に最適化するための試みが多くなされた。

3-3. 第 3 期 「空間構造」の自覚と実作 (1958-1971)

第 3 期では「RC」が 34.98% (78) を占め、第 2 期と同程度言及している。しかし、第 3 期における鉄筋コンクリートに関連する論考はそれまでの論考と違い、拡がりをもったものであった。すなわち「PS」(プレストレスト・コンクリート) 7.62% (17)、「PCa」(プレキャスト・コンクリート) 5.38% (12)、「軽量骨材」1.35% (3) のように鉄筋コンクリートの、材料としての可能性を追求したものである。

有限要素法を用いた構造設計が盛んになったことでコンピュータ 2.69% (6) に関する論考が出てきた。

またこの時期にはじめて「スペースフレーム」5.83% (13)、「膜」2.69% (6)、「サスペンション」4.55% (9) について言及する。これは「空間構造」という言葉をはじめて用いた 1962 年と重なる。坪井は後に「Shell constructions will mean not only concrete shells but space frames, made of steel or aluminum members of more or less uniform sizes.」^[6]と述べており、第 2 期に関心をおいていたシェル構造が、スペースフレーム構造につながることを発見してい

る。こうしていわゆる「空間構造」と呼ばれる、シェル構造・スペースフレーム構造・サスペンション構造・膜構造が坪井の中でひとつに結びついた。

3-4. 第 4 期 技術の反省と警鐘 (1972-1990)

第 4 期では「評論」が全体の 17.05% (15) を占め、自らが携わった建築作品を振り返る形での論考が多い。「シェル」38.64% (34) が多いのもこれに起因する。第 4 期の期間には国際シェル空間構造学会の活動をとおして海外で講演する機会があった。国際的な場でこのような機会を得たことで、自らの活動を客観的に分析することが出来たと考える。

「S」22.73% (20) や「ブレース」11.36% (10)、「高層」12.50% (11) が高い値を示しているのは、背景に金沢スカイビル (谷口吉郎設計, 1973) がある。金沢スカイビルは鉄骨鉄筋コンクリートのブレース付きラーメン構造による高層建築で高さ 69.00m である。

第 3 期に続いて「コンピュータ」1.14% (1) についての論考があるが、第 4 期のこの論考では、コンピュータでの解析に過剰に頼ることを危険視している。第 3 期とは異なり、ここでも一歩おいたところから冷静に批判している。

4. 結論

坪井の活動は 4 期に分けられた。第 1 期は、海外の技術を受け入れることに専念した準備の期間。第 2 期は、実践の機会を多く得た中で、実験を繰り返し、検証した期間。第 3 期は、「空間構造」を自覚し、シェル構造以外にも多くの空間構造を実現する実現の期間。第 4 期は、海外での活動をとおしてこれまでの自身の成果を客観的に反省した反省の期間。

坪井の技術観は第 3 期に「空間構造」という概念を獲得したことで変化したといえる。しかしその変化は第 1, 2 期に理論と実験、実践を通して培われた「堅実な」技術観に上乗せされる形での変化だった。

註釈

- [1] 齊藤公男『空間構造デザイン ストラクチャル・デザインのゆくえ』, 彰国社, 2003. 10
- [2] 坪井善勝「平面および曲面構造に関する一連の研究と設計」, 『建築雑誌』, 1976. 08
- [3] 矢代秀雄「学者のよそおい」, 『建築雑誌』, 1991. 03
- [4] 坪井善勝「デザインと構造」, 『建築雑誌』, 1957. 02
- [5] 坪井善勝・若林実「鉄骨鉄筋コンクリートの強さ」, 『生産研究』, 1955. 09
- [6] 坪井善勝「空間構造 Space Structure とは」, 『建築雑誌』, 1971. 04

参考文献

- ① 齊藤公男『空間構造デザイン ストラクチャル・デザインのゆくえ』, 彰国社, 2003. 10
- ② JSCA 構造デザインの歩み編集 WG『構造デザインの歩み—構造設計者が目指す建築の未来』, 建築技術, 2010. 10
- ③ 坪井善昭他『力学・素材・構造デザイン』, 建築技術, 2012. 01