

建築コスト 遊学 30

プロジェクトの事業費膨張

(一財)建築コスト管理システム研究所 総括主席研究員
岩松 準

設計時のコスト見積りが実際の建設工事費と乖離することはままあるが、それがどの程度なのかについて考えてみた。取り上げたシドニー・オペラハウスのような象徴的 (iconic) な建築物の場合、実費精算的な契約で発注者がリスクをとり、コストが膨張することもあり得る。もっとも、このプロジェクトでは、税金を垂れ流しすることなく、宝くじ (the Opera House Lottery) で建設費の大半をカバーできたのであるが。現在の一般的な公共工事等でも、このような事業費の膨張は全く起こらないとは言えない。

シドニー・オペラハウスの事業費はなぜ膨張したか

設計時の予算や見積りから実際の工事費が大幅に膨れる例は日本でも海外でも見られる。ところが、このような例は表立って語られることは少ない。身内の失敗を恥とし、正面から議論することを嫌う日本では特にそうだろう。それではいつまでも、「フィードバックと反省による知の積み上げ¹⁾」はできないのである。

表1は英国文献にある公式資料で、リストの最初に出てくるのは、当時38歳だったデンマーク人建築家ヨーン・ウツォン Jørn Utzon (1918-2008) のシドニー・オペラハウス (SOH) 国際コンペ²⁾

- 1 戸部・寺本・鎌田・村井・野中著『失敗の本質』中公文庫 1991.8, p.411
- 2 国際コンペは1956年1月に要綱発表。年末までに締め切れ、27ヵ国217のエントリーがあった。1957年1月29日ニューサウスウェールズ州首相 John Joseph Cahill が若干38歳のデンマーク人 Utzon 案の当選を発表した。審査員は英建築家 L. Martin、豪建築家 C. Parks、米建築家 E. Saarinen (フィンランド人)、シドニー大教授 H. I. Ashworth の4人。Utzon 案は図面不足で「壮大な落書き以外の何物でも無い」と後に評されたようなものだった。落選していた案を審査に遅れて駆けつけた Saarinen が見つけて推したと言われている。Utzon の得た賞金は 5,000 A£ (A£1.25 = UK£1) だった。

当選案の例である。この建築は、「人類の創造的才能を表現する傑作」として2007年にモダニズム建築としては初めてユネスコ世界文化遺産に登録された名建築で、Utzon 自身もこの建築の業績を主な理由に85歳のときに2003年のプリツカー賞を受賞している。一方、この建築物は、予算超過事例としてもよく引き合いに出される。

屋根部分の設計確定に1957年のコンペ後7年の1963年までかかった。基壇部分の工事着工は1958年

表1 当初予算を超過した(主に)英国での事例

プロジェクト名	当初見積 (百万£)	最終掛高 (百万£)	倍率
シドニー・オペラハウス	2.5	87	34.8
テムズ川堤防	23	400	17.4
キングストン刑事裁判所	0.25	1.8	7.2
バービカン・アート・センター	17	80	4.7
ダベンポート海軍造船所	21	83	4.0
ドーバー海峡トンネル	4,800	11,000	2.3
エネルギー省トライデント 原子力潜水艦基地	1,100	1,900	1.7

(注) 1995年 英政府 HM Treasury 資料: Ivor H. Seeley (1997) "Quantity Surveying Practice, Second Edition", p.243より引用した(倍率計算等は筆者)。

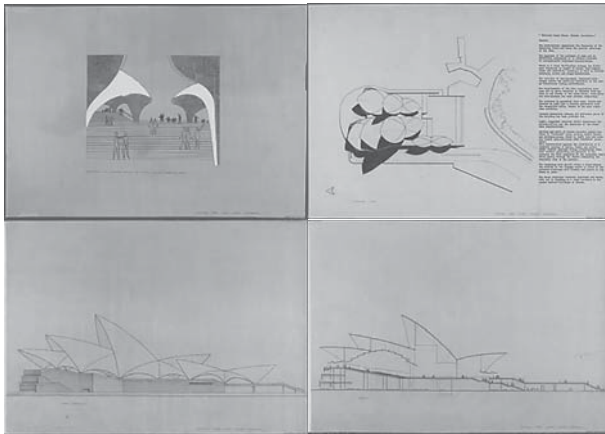


写真1 シドニー・オペラハウス (撮影・筆者)

表2 SOHの建設工事費 (単位: 百万A\$)

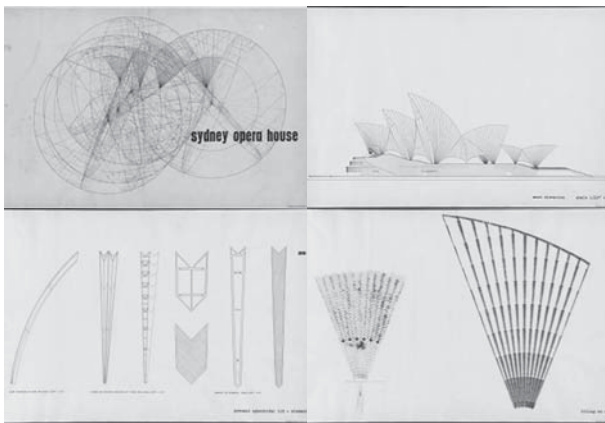
1957年1月 コンペ時	審査員Saarinenの話を元に地元QSのRider Hant社が概算 (Murray, 2004, pp.11-12による)	約\$7.0m
1973年の工 事完了時の 内訳	ステージ1 基壇1958-61 (Civil & Civic P/L)	約\$5.5m
	ステージ2 屋根1962-67 (M.R. Hornibrook P/L)	約\$12.5m
	ステージ3 仕上1967-73 (The Hornibrook Group)	\$56.5m
	別契約工事: ステージ照明, オルガン	\$9.0m
	設計フィー・その他 (Kerr, 2003, p.23による)	\$16.5m
	計	約\$100.0m

(注) 括弧内は建設会社名。Civil & Civic P/Lは後の豪建設大手Lend Lease。M.R. Hornibrook P/LもBaulderstone社を経て2011年に同社に吸収された。この対比では14.3倍で、表1との違いは謎。Murray 2004, p.xvに6年の歳月超過で10倍以上、古川2001, p.124に15倍の記述あり。



出所: NSW州政府のデジタル・アーカイブ
(<http://gallery.records.nsw.gov.au/>)

図1 コンペでUtzonが提出した図 (1957年1月)



(注) 出所は図1と同じ。表紙、p.5, 26-27。同一球面から切り出されている。12枚中の4枚。

図2 The Yellow Book⁵に描かれた屋根 (1962年1月)

だが、その設計の遅れもあって工事完成・オープンは1973年10月だったから、実に16年間が経過し、その間に建設費は当初の34.8倍に膨らんだ。この数字は表1から取ったものだが、英国ポンド (£) 表記である。この数字を一般的な本や資料から拾うと、オーストラリア・ドル (A\$) 表記では表2のようになる。このコンペではコスト項

目はチェックすべき内容だったはずだが、競技者自身が提出することになっていなかったようだ。7.0m A\$³という数字は、コンペの図面を基に審査員の建築家Saarinenの「屋根シェルは頂部3〜底部12インチの厚さ」という言葉を基に、英国系QS企業Rider Hunt and Partnersの現地事務所のQSが推定したものらしい。

建設コストがこれほど膨れたのには理由がある。この建築の魅力ともなっている独創的な屋根形状の確定がコンペ時の曖昧な図面 (図1) だけからは全く不能で、構造計算ができない。つまり、建築生産的な裏付けがなかったのである。Utzonの設計には英国ロンドン本拠のエンジニアリング会社ARUPが1957年3月から協力している。創設者Ove Arup卿 (1895-1988) はUtzonと同じデンマーク系の英国の構造設計者で当時62歳だった。2人はデンマークのヘレベック (Hellebæk) のUtzon事務所で打ち合わせを重ねたようだ⁴。Arupは屋根形状に関しては幾何学的な定義 (繰り返しのあるジオメトリー) を求めた。コンペ案の形状では2,800席のオペラ上演のための大ホールには気積が不十分で、もっと背を高くする必要もあった。帆 (Sail) に例えられることが多い独特の形状は、Utzonの閃きで一つの

- Murray 2004, p.11にはその金額が当時の通貨単位で3.6m A£と記述されている。1910 ~ 1966年にオーストラリアではA£が使われていた (UK£との固定レートで、前述のようにA£1.25 = UK£1)。1966年2月14日にA\$2.50 = UK£1 (即ち、A\$2 = A£1) で固定。その後、オーストラリアは1967年に£通貨圏を離脱。
- 審査員の1人H.L. Ashworth教授の仲介で2人は出会うこととなった。Utzonの仕事はスウェーデンとの狭いズンド海峡に面するデンマークHellebækの自宅近くの軒家の事務所で当初の6年間続けられた。その設計スタッフは10名程。日本人の建築家・三上祐三氏が1958年7月~1961年2月まで前川国男事務所から応援派遣されて勤務 (その後1962年1月~1967年10月、ロンドンのARUP本社でこの仕事に関わる)。Sir Ove ArupはUtzonのよき相談相手だったと三上氏は書いている。Utzonは静かな環境での仕事を好んだ。豪への最初の訪問はコンペ結果発表の6ヵ月後の1957年7月。豪への出張では度々各地を旅行した。米国、中南米、日本等に立ち寄り、デザイン上のインスピレーションを得たようだ。SOHの基壇デザインは日本の仏教寺院 (住宅?) に通じるものがある。現地シドニーに事務所を開設したのは1963年3月で、解任された1966年2月28日 (1966年4月に離豪) までのわずか3年間だけである。
- 図2の表紙の屋根部分に黄色い色が使われていることに因む。1956年1月のコンペ要綱はthe Brown Book (25頁)、Utzonが発注者NSW州政府に1958年3月に提出した中間段階の設計説明書にはthe Red Book (58枚)、そして詳細な内装設計を除く躯体部分の設計が確定した1962年1月の設計説明書にはthe Yellow Book (41枚) という愛称がつけられている。

球形からの曲面を切り出し、組み合わせることで決着した。そして、屋根が載る基壇を四つに分けることで、構造計算が容易になった。

その具体的な建築構造は、Utzon自身や審査に当たったEero Saarinen (1910-1961) 等の建築家たちは当時の先端技術だった薄膜のコンクリート・シェル構造で可能と安易に考えていた。しかし、それでは独特の幾何学形状は実現できないことが判明し、コンピュータや大型模型実験を多用した検討がARUP等で加えられた⁶。「卵の殻」状に鉄骨スペースフレームの両面にコンクリートを吹きつけた二重シェルとする案(1959-61)や、メインシェルを三角形のチューブを繋げたものとする案(1961)等が検討されたが、最終的には、プレキャストのコンクリート・リブを放射状に配する案(1962-63)に落ち着いた(図2)。このリブにはプレストレスがかけられる。このリブにタイルを貼った屋根部品(タイルリッド)を貼り付ける設計とした。リブ・セグメントは現場サイトでのプレキャスト製造で、標準タイプ12種類、全部で1,498個が組み合わせされた。タイルリッドに張られたタイル総数は約100万枚という(三上2001、p.86)。このタイルは、釉の有無で反射光が異なる2種類を組み合わせ、屋根全体に美しい幾何模様を与えており、近くで見ると大きな貝殻のような印象を受ける⁷。こうした設計に7年という歳月を要したのである。ARUPでは屋根の構造解析に、当時600人いたロンドン本社で、ピーク時40～50人の精鋭が当たり、37.5万マンアワー⁸の設計時間をかけた。その結果、設計料は

構造工事費の10%ほどに達した (ibid, p.75, p.158)。

1963年3月、Utzonは母国デンマークHellebækの事務所を閉じ、シドニー事務所を開設した。デザイン・オフィスとして本格的な仕事が始まった。ただ、ベテラン所員の一部は母国に留まったため、オーストラリア人の新入所員の教育が必要で、苦労があったようだ。1963年9月には、施工側の執行委員会(Sydney Opera House Executive Committee : SOHEC)の有力メンバーから、大ホールの座席の向きの問題を指摘され⁹、Utzonは設計上の迷路に入ってしまったようだ。母国語でのディスカッションができない環境に疲れていたとも言われる。そして、1965年5月、NSW州は過去24年間政権の座にあった労働党から保守党連立政府に交代した。翌1966年2月28日、Utzonは連立政府のDavis Hughes公共事業相宛てに書いた手紙の中の一文“You have force to leave”(あなたの行為は私に仕事を離れることを強制するものだ)を理由に、プロジェクトの建築家としての地位を追われた。この点を三上氏は次のように推測する。

「いろいろな状況証拠から考えると、当時の保守系州政府が、もともと労働党の提案で始まったオペラハウス建設に関して主導権を握ろうとして、Utzonに種々の圧力をかけ、それに激しく抵抗したUtzonへの最も効果的な締め付けとして設計料の支払いを制限し、それに耐えきれなくなった彼が自発的に離職するように仕向けた、というのが証明はできないが真相に近いようである。」(ibid, p.135)

Utzon解任後はPeter Hallら地元の3人の建築家が指名され、この新建築家チームに内装設計以後が引き継がれた。大ホールではオペラ上演が断念されてコンサート専用に変更になるなど大幅なプログラムの見直しが行われた。

1973年10月20日、ついにSOHはエリザベス女王を迎えて公式オープンを果たした。国際コンペ以降の総建設工事費の見積額は表3のとおりで推移した。かなり長い工期とともに、当初の想定を

6 SOHは、大型構造物での構造計算等(複雑な2次応力や熱伝導等で設計上の計算が必要だった)、多数のプレキャスト・リブ部品の管理等にコンピュータを多用した最初の事例とされている。当初はロンドンのARUP社員3名が大学のベガス・コンピュータ(1956年3月英国Ferranti Ltd.発売の大型コンピュータ:真空管製)を9ヵ月間使いに行ったという記述もある(Murray 2004, p.30)。

7 三上2001, pp.82-87によれば、タイルはデンマークUtzon事務所の対岸スウェーデンのHöganäsで焼かれたものが使われた。Utzonの「視覚的デザインの天才であることの証拠」がこのタイル球面に最もよく表れているという。当時ロンドンのARUP事務所にいた三上氏がタイルリッドの実設計図を担当した。

8 Murray 2004, p.45には1962年12月までに17.5万人時、ステージ2完了までにさらに30万人時必要という記述もある。今日の100億円規模の建築設計で5万人時、自動車の一型式設計で100万人時、飛行機で1000万人時というから(古川2001, p.124)、その大変さが分かる。

9 SOHECの有力メンバーの1人はオーストラリア放送機構の会長Sir Charles Mosesで、彼が座席をオーケストラ正面に向けてよう要求したことから、大幅な見直しが必要になった。(三上2001, pp.130-131)

表3 SOHの建設費見積額の推移

年月	A\$	備考
1957年1月	7,000,000	審査時QSコンサルRider Hunt社の概算
1958年3月	9,624,000	the Red Bookにおける概算
1961年9月	18,600,000	the Yellow Book (1962年1月)に基づく概算
1962年4月	27,500,000	
1963年9月	29,599,058	
1964年4月	34,400,000	
1965年7月	49,400,000	公式オープン
1967年9月	85,000,000	
1973年10月	-	
1974年5月	102,000,000	NSW州公共事業相発表の最終掛高

(注) Murray 2004, pp.xii-xiiiの記述をまとめた。A\$：オーストラリア・ドル



(解説)

NSW州発行の宝くじは1959年11月から1986年9月まで867回売り出された。当初の16年間でA\$100 millionを超えたという。

(出所) <http://www.sydneycloseup.com/sydney-opera-house-facts/>

図3 オペラハウスの資金を賄った宝くじ

大幅に超えるコストになった。そもそもこの国際コンペでは、コストの制限は加えられなかった(Kerr, 2003, p.14)。象徴的 (iconic) な建築を目指したのだから、実費精算的な契約方式¹⁰をとったと言えよう。冒頭述べたように、1枚10A\$で募集した宝くじ(図3)で建設工事費は賄えた。

もし、このプロジェクトでコストが決め手だったならば、人類にとって偉大なこの建築は誕生しなかったことになる。これが示すのは、本論の趣旨とは一見逆説的にも捉えられるが、建設プロジェクトはコストだけで決まるのではなく、本来、多目的なものとして存在するものだということである¹¹。この点をよく踏まえておきたい。

10 先進的な技術を要するような建設プロジェクトの場合、発注者が多くのリスクを取る契約方式が見られる。その典型は実費精算方式と称する契約形態であり、今日の日本国内の建築工事ではほとんど見られないものだが、大正時代から昭和初期にかけて、当時の大型建築工事では非常にポピュラーな時期があった。有楽館(大正11)、丸ノ内ビルディング(大正12)、郵船ビルディング(大正12)、大阪瓦斯ビル(昭和7)等、数十棟。その多くが特命方式によって米国のフラー社や大手建設会社の手で行われた。この方面の研究書には、山下設計の創設者である山下寿郎の『報酬加算式建築施工契約制度』彰国社、1966年7月10日等がある。

11 古川 2001, p.125を参照。

日本の建設事業費の膨張事例

日本でもSOHと同様の事業費の膨張例があり、マスコミや議会等で問題にされたことがあった。2015年夏の新国立競技場建設計画に絡む顛末もそのような事例の一つに数えられるのかもしれない。だが、英国政府がまとめた表1のような公式資料はなかなか見当たらない。系統立ったものではないが、メディア等に取り上げられた建設事業費の膨張例をいくつか探してみる。

1997年に二条～醍醐まで開通した京都市営地下鉄東西線の場合、工事契約変更が72回にも及び、計画時2,450億円の事業費が完成時には約2倍の4,710億円に膨らんだという。この変更には、バブル経済、工事方法の変更、遺跡の発見による工期延長等が絡んでいる¹²。また、それと類似したものに都営地下鉄大江戸線の例がある。「六本木での大掘削工事、麻布十番での大出水、大門(浜松町)での軟弱地盤など難工事の連続」という事情もあり、建設費は雪だるま式となり、「環状部建設の工事費だけで9,886億円と、当初予算を3,000億円近く超過するという異常事態になった」とされている¹³。一方、建築工事では、岩手県宮古市発注のタラソテラピーが入る複合施設工事で15億円余の予算に対して、最終的に2倍程度になりそうだという例が報告されている¹⁴。これは2002～2003年頃の、CMコンサルタントが公共工事に関わり始めた頃のものである。公共発注者としては、コストの透明化と無駄の排除を期待したが、その目論見どおりには行かなかった。

また、外国の例となるが、日本以上にすべてが計画的というイメージが強いドイツにおいて世界的な話題になったものに、ベルリン新国際空港の事例がある。1990年10月3日のドイツ再統一後に浮上したプロジェクトで、旧西側のテーゲルと旧東側のシェーネフェルトの両空港に併存している国際空港を後者付近に一本化する計画である。2006年9月に着工し2011年10月を開港目標にした

12 <http://www.econ.kyoto-u.ac.jp/~mun/semi/tikatetu.pdf>, http://www.jcp.or.jp/seisaku/kakouzumi_kiji/9961011_zenekon_jittai.html#02

13 <http://www.wdic.org/w/RAIL> 大江戸線

14 Nikkei architecture 2003.8.18, pp.68-72.記事。

表4 国土交通省地方整備局における「工事金額変更」の実態（一般会計分）

平成11～26年度（途中省略）（千円）

年度	全体での契約金額・件数		スライド条項提供状況（第25条）			天災不可抗力条項提供状況（第29条）		
	件数	契約金額	件数	請負契約金額計	スライド額計	件数	請負代金額	損害負担額
平成11	18,042	2,083,085,260	216	312,071,191	▲3,510,008	54	30,126,365	164,576
平成12	17,709	1,858,533,458	343	473,701,211	▲9,605,357	31	7,036,335	203,466
平成13	15,520	1,753,573,201	66	105,130,801	▲1,841,386	17	3,919,802	104,885
平成25	10,581	1,885,499,424	①全体 126 ②単品 7 ③インフレ 0	- - -	①全体 3,111,224 ②単品 40,263 ③インフレ 0	34	8,189,414	546,142
平成26	7,942	1,534,658,165	①全体 36 ②単品 10 ③インフレ 891	- - -	①全体 2,433,974 ②単品 92,476 ③インフレ 70,527,834	14	3,779,880	86,877

（注）国土交通省「直轄工事契約関係資料」各年度版より作成。金額単位は千円。条文は工事請負契約書。本省官庁営繕部、港湾空港関係は除く。多くは土木関係工事であることに留意。最近の公表では、増額スライド、減額スライドの両方について件数と金額が示される。

【平成25、26欄の凡例】①全体：全体スライド条項（工事請負契約書第25条第1項）、②単品：単品スライド条項（同・第5項）、③インフレ：インフレスライド条項（同・第6項）

が、既に4度の開港延期がされ、2016年10月現在も未開港の状態が続く。英国の大衆紙デイリー・メールからは「世界の7大無駄使い観光資源」の一つと揶揄されたそうだ¹⁵。

これらはいずれも公共事業についてのものである。

日本の公共発注制度の中での取扱い

日本の財政制度においては、公共工事は予算の範囲内でしか設計変更やそれに伴う工事費の増額は認められないのが原則となっている¹⁶。また、変更見込金額が総額の30%を超える場合は、国の通達では別契約とすることになっている。また、都道府県等では総務省所管の地方自治法に規定があり、厳しい議会承認の壁がある。このように、通常であれば事業費がやたらと増える仕組みにはなっていない。先に示した事例はリスクの高い工事で、例外的なものかもしれない。国等では、設計変更は土木工事にしろ、建築工事にしろ、比較的頻繁に行われているようであるが、それがどの程度、契約金額の変更を伴ったかを明らかにする統計資料なり、集計は一般には目にはできない。個々の工事の公表資料や、各年度の決算報告を丹念に拾えば、それが分かる可能性はあるが、一般

市民がその全貌を分かりやすく捉えることはおそらく不可能ではないか。

その意味では、唯一と言ってよいのかもしれないが、国土交通省地方整備局発注の直轄工事における金額変更の実績の一部が集計・公表されている。表4で整理したように、公共工事請負契約約款にその根拠があり、「スライド条項（同・25条関係）」と「天災不可抗力条項（同・29条関係）」の二種類についてのものである。全体の契約に比べると、これら工事費の変更は、件数でも金額でもほんのわずかなものとなっている。デフレ傾向の見られた平成10年代は、スライド条項の適用で減額方向にスライド措置がされていたが、ここ数年とは全く逆の状況で、そう言えばそういう時代だったな、という思いはある。

冒頭、表1に示した英国文献には、1993-94年に実施された803の公共プロジェクトについて、平均で13.1%の予算超過、6.5%の工期遅延が見られたという記載¹⁷がある。しかし、筆者の知る限り、日本ではそれらの全貌を客観視できるような分析や資料を手にするには難しい。

17 こうした英国建設産業の不効率は問題視され、1998年に公表されたイーガン・レポート（「建設業再考：Rethinking Construction」）では具体的にコスト削減10%の数値目標を掲げるなど、建設業界の抜本的な改革運動が広まった。このパラダイムの中で登場したKPIs（Key Performance Indicators）指標でもコスト、工期、生産性、安全等に関連した項目があり、英国では建設産業界をあげての効率化運動が展開された。

15 読売新聞2014年11月13日朝刊6面記事。

16 昭和44年3月31日建設省東建厚発「設計変更に伴う契約変更の取り扱いについて」、平成10年6月30日にも同名の通達を出している。

建築工事における工事金額の変更理由

ところで、工事実施段階で膨れる理由にはどのようなものがあるのか。中央建設業審議会（中建審）の民間工事の標準約款には、請負代金額の変更理由が示されている（表5）。

表5 請負代金額の変更理由（民間約款）

<ul style="list-style-type: none"> ・工事の追加・変更があったとき ・工期の変更があったとき ・関連工事の調整に従ったために増加費用が生じたとき ・支給材料・貸与品について、品目・数量・受渡時期・受渡場所または返還場所の変更があったとき ・契約期間内に予期することのできない法令の制定・改廃、経済事情の激変があり、請負代金額が不相当なとき ・長期契約での、法令制定・改変、物価・賃金などの変動 ・中止した工事または災害をうけた工事を続行する場合 （※金額の変更は、原則として、工事の減少部分は監理者の承認を受けた内訳書の単価、増加部分は時価による。）

（注）平成22年7月26日中建審決定「民間工事標準請負契約約款（甲）」第32条より。これは「民間（旧四会）連合協定工事請負約款」とは別。

これは民間建築工事を想定して制定されたものであり、これ以外の約款を使う契約はいくらでもある。しかし、事業費が膨張する理由については、ほとんどが上記のどれかに入ると考えてよからう。ただし、実際の工事でそれがどの程度認められるのかは、発注者と受注者の力関係によるといのが実態ではなかろうか。

こうした金銭絡みになる可能性のある契約変更に対しては、欧米では一般に、クレームレターのやりとりを通して解決する習慣がある。解決しないトラブルには仲裁やADRと呼ぶ裁判外紛争解決制度も発達しており、紛争に至った様々な判例の積み重ねもある。そうした事実関係から、発注者の責任による工事遅延（工期延長クレーム）に対しては、請負側の本社オーバーヘッド（一般管理費）分までをも清算する

モデル式¹⁸がいくつか存在する程である。その意味で、かなり徹底していると言えよう。

※なお、本稿は拙著「設計コストの乖離の実情：設計とコスト（第2回）」建築コスト研究No.43, pp.13-16, 2003.10を書き改めたものである。また、本稿ドラフト版を2016年日本建築学会大会（九州）建築社会システム委員会シンポジウム資料にも掲載した。

（参考文献）

- 1) 古川修『建設業の世界』大成出版社, 2001.8, pp.122-125
- 2) 三上祐三『シドニーオペラハウスの光と影：天才建築家ウツソンの軌跡』彰国社 2001.5
- 3) James Semple Kerr, *Sydney Opera House: A revised plan for the conservation of the Sydney Opera House and its site*, 3rd Edition, 2003.6 (<http://www.environment.gov.au/>)
- 4) Peter Murray, *The Saga of Sydney Opera House*, Spon Press, 2004

18 Hudson式、Emden式、Eichleay式等の遅延分清算のための計算式。いずれも簡単な四則計算で行う。詳細はD.Turner and A. Turner, *Building Contract Claims and Disputes*, 2nd Edition, 1999, pp.213-236等を参照。