

(45) 地球環境対応設計システムの構築とその課題について

Study on the Design System Development for the Global Environment and the technical problems of that system

広島 伸彦 * 〇羽深 久夫 ** 伊土 晋平 *** 藤原 健 ***

Nobuhiko HIROHATA*, Hisao HABUKA**, Shimpei IDO***, Takeshi FUJIWARA***

ABSTRACT; In this paper, We discuss the development of the systematic design process, that considers the global environment.

We give more specific discussions to clear guide-lines for the quality assurances at the basic planning stage of the design system, purposing to reduce and efficiently use generated energy during the life cycles of buildings.

Also we describe the problems of this design system in practice.

KEYWORDS; gloval environment, life cycle, quality assurance, guide-line

1. はじめに

現在の地球環境問題は、国連環境開発会議が挙げた、①地球温暖化、②オゾン層破壊、③酸性雨、④砂漠化、⑤熱帯雨林の減少、⑥海洋汚染、⑦有害廃棄物の越境移動、⑧野生生物種の減少、⑨開発途上国の公害問題、の9つの問題点に基づいて論じられている。建設活動においては、広義には製造業者が主体である建設資材の製造から、建設業者が主体である企画、計画、設計、施工、維持管理、その他事業者が関連する運用、修繕、解体までの建設行為全般に関わっているが、その主要な問題は①地球温暖化、②オゾン層破壊、③酸性雨、④砂漠化、⑤熱帯雨林の減少、⑥産業廃棄物問題、⑦開発途上国の公害問題の7点に集約できる¹⁾。

前稿では、地球環境問題に対応する留意点を、①省エネルギー設計、②省資源設計、③緑化設計、④リサイクル設計の4点に絞り込み、意匠設計、設備設計、構造設計、及び土木設計全般にわたる設計段階における品質保証体系に基づく作業実施事項を整理した内容の設計ガイドラインの作成について述べた²⁾。

本稿は、意匠設計、設備設計、構造設計、及び土木設計の設計段階のなかで特に省エネルギー設計、省資源設計、緑化設計、リサイクル設計全般にわたる検討が容易な基本計画段階に重点を置きその留意点の整理を行い、ガイドラインの作成経緯と課題を述べるものである³⁾。

* ㈱熊谷組設計本部設計技術部長 ** ㈱熊谷組第一営業本部 *** ㈱熊谷組設計本部設計技術部

2、検討方法

地球環境対応設計の検討の第1段階として位置づけられるものは、地球環境に配慮した設計を方向づけるために意匠設計、設備設計、構造設計および土木設計の各設計部門の企画、計画、設計、施工、維持管理で行われる設計作業の洗い出しを目的とする作業実施事項の整理と省エネルギー設計、省資源設計、緑化設計、リサイクル設計に対する各設計部門の留意点を整理したガイドラインの作成である。その次の段階として、環境設計標準仕様の作成、地球環境対応設計モデルの作成、が考えられる。

設計作業実施事項の整理は、まず各設計部門ごとの品質保証体系に基づく作業実施事項を検討して、各設計部門ごとの関連事項の調整を図りながら行った。次に各設計部門の関連事項の整理と省エネルギー設計、省資源設計、緑化設計、リサイクル設計の全般にわたる検討を行うために、基本計画に重点を置き、緑化設計とリサイクル設計は共通テーマとしながら意匠設計と設備設計は省エネルギー設計、構造設計は省資源設計、土木設計は建設公害の観点から山留め工法の検討をテーマにガイドラインの作成を行った。各設計部門での明確な部門分けが決めにくい作業事項については、意匠設計の中に含め検討を行うこととした。

3、地球環境対応設計の内容

3.1 意匠設計

検討のため設計業務を意匠設計・設備設計・土木設計に分けたが、意匠設計は設計全般を統括する機能もあるので、他の設計分野との業務境界も考慮して検討した。

はじめに、意匠設計の企画・調査、基本計画、基本設計、実施設計、工事監理・施工段階の基本的な作業事項を整理し、今年度は基本計画の段階だけ対象として、地球環境対応設計ガイドラインの作成を進めた。

検討テーマは、省エネルギー設計に重点を置いたが、同様に省資源設計、緑化設計、リサイクル設計にも考慮した。この検討テーマを踏まえた上で、基本計画の計画事項のエレメントを、その計画事項の目的を明らかにしながら、0次から性能や性能値で表現できる3次までブレイクダウンし、3次の計画項目について省エネルギーに対する効果を検討して図3.1に示す省エネルギー設計エレメント一覧にした。

省エネルギーに対する効果については、熱（断熱・伝熱）、日射（日射・輻射・反射）、風（気密・通風・隙間風）、採光、換気（自然・機械）、防音（防音・遮音）、汚れ、の7つの評価項目を設定し、これらを基に設計エレメントの2次の項目ごとに、ガイドラインを作成した。作成したガイドラインの内容を以下に示す。また一例として緑化計画のガイドラインを図3.2に示す。

- ①配置計画－外皮計画……………外壁材料、開口部、外壁凹凸等の設計手法
- ②配置計画－緑化計画……………日射・輻射・反射コントロール、通風・防風のコントロール
- ③平面計画－施設配置……………建物内ゾーニング、動線・搬送計画等の設計手法
- ④立面計画－開口部デザイン……窓・ガラスの性能表
- ⑤立面計画－外壁デザイン……仕上げ材、ブラインド、ルーバー、庇等の種類
- ⑥断面計画－断熱材の性能……外断熱と内断熱、断熱材性能表
- ⑦断面計画－開口部の断熱化……日射遮蔽の手法等
- ⑧断面計画－断熱材の利用……公庫融資住宅の断熱構造化工事基準

0次	1次	2次	3次 (住数及び、住人数)	目 的
地区条件：立地条件			用途 環境 使用時期	
配設計画：駅状計画	施設レイアウト	外装設計	外装素材	外装素材の低減
外装計画	外装デザイン		外装材料 形状・色 開口部	外装色調の低減
敷地内施設計画	建物方策		敷地 敷面 開口部 （日射・雨射） 植栽 舗装	熱放射、熱伝導の防止
平面計画：施設レイアウト	コア配置 空間対称性	C/S性能 （配管計画・通風計画） 空調設備 （空気調和・冷凍機部分） 給湯設備 電気設備 衛生設備等のC/S 隣接建物の低減	E/S性能 （配管計画・通風計画） 空調設備 （空気調和・冷凍機部分） 給湯設備 電気設備 衛生設備等のC/S 隣接建物の低減	設備システムの電化等 空調設備の一歩化 固定要素を含むラック付 多量機器の設置高率化 小断面積の形成 出入口位置の取得
立面計画：開口部デザイン	窓の構造と形態 ガラスの種類と塗膜 遮光開口部の構造 建築資材の構造 窓・換気装置等	ガラス種類 ガラス処理 入射角特性 （傾斜アング、自動）	ガラス種類 ガラス処理 入射角特性 （傾斜アング、自動）	開口部構造の簡便化、窓面 見込の低減、日照負荷軽減
外装デザイン	塗装 仕上げ材の種類 床の構造と仕様 ルーバーの構造と仕様 ブラインドの構造と仕様 地盤の構造と仕様 バルコニーの構造と仕様 外装下の構造 建物の型仕 inward 屋頂付け 屋根植物	塗装 下地・下地・床 の色合わせ		
断面計画：地下空間の調査 地下空間の開発化	地上緑化 二重スラブ 二重壁 断熱材の採用	雨水の調整、蓄水利用		
トポグラフィーの活用 自然景観の活用				

図 3.1 省エネ設計エレメント一覧

[illegible]

図 3.2 意匠ガイドライン(緑化計画)

3. 2 設備設計

設備設計では意匠設計と同様に省エネルギー設計をメインテーマとしているが、建築設備の製造から運用・廃棄に至るまでの生涯消費エネルギーの削減をサブテーマとして検討を行った。これは設備設計作業の実施事項の中で、基本計画段階の「システム構成（主に空調設備）」の時点で考慮しなければならない。

ガイドラインの構成としては、図3.3に示す「建築設備の生涯エネルギー消費量の検討項目」で検討すべき項目を一覧表にし、その中の項目ごとの内容を別のガイドライン・資料編に示す形になっている。作成したガイドラインはまだ一部分であるが、①建築設備の生涯エネルギー消費量の検討項目、②運用に伴うエネルギーの1次エネルギー評価、③運用に伴うエネルギーのCO₂排出量による考察^{6) 14)}、④冷熱源機の製造に要するエネルギー、⑤資料編－冷熱源機材料別単位当たり重量の計算式および基礎データ、以上である。

電気・ガス・油などの運用に伴うエネルギーの考察は上記②③で行っているが、その評価は天然資源の採取にまで遡って消費エネルギーを考慮するのが理想的である。しかし資源採取の際にも油等のエネルギーを使用することを考えると、無限のループに陥ってしまうため¹⁾、省エネ法による１次エネルギー換算値⁵⁾を用いるのが妥当と思われる。

また④⑤では冷熱源機別に、冷凍機・冷却塔・冷却水配管・ボイラ・蒸気配管までを含めた単位能力当たりの構成材料（鉄・銅など）の重量を求め、それに材料製造エネルギー原単位⁹⁾を乗じる方法で機器製造に要するエネルギーを試算した。図3.4に示す試算例では、10,000㎡の事務所で最大が単効用吸収式冷凍機の569.0[Mcal/RT]、最小がパッケージエアコンの122.6[Mcal/RT]となった。ただし運用エネルギー・2次側機器・耐用年数などの①の検討項目すべてを考慮して最終的な評価をしなければならない。

地球環境対応設計ガイドライン		分 類	総合・章経・構造・設備・土木・その他	分類No	104150
STAGE	基本計画	大項目	空調設備計画	システム構成	作成日 H5. 3.31
項 目		留 意 点			
建築設備生エネルギー消費量の検討項目		☐ 建築設備の生エネルギー消費量の検討項目 建築設備の製造から運用・廃棄に至るまでの化石エネルギー消費量が最小となるシステムとする。以下に検討項目を示す。			
材料の製造	設備	冷熱源機	kg/Kcal.h	104153	H' (F') 4/2 NO.
		配管・ダクトの材料	kg/m		
		ポンプの材料	kg/L.min		
		ファンの材料	kg/CHW		
		空調機	kg/Kcal.h		
	加工	材料製造エネルギー原単位	kcal/kg	104153	
		冷熱源機の加工	kg/Kcal.h		
		配管・ダクトの加工	kcal/m		
		ポンプの加工	kcal/L.min		
		ファンの加工	kcal/CHW		
搬入	設置	資材運搬のエネルギー	kcal/kg・km	104151	
		冷熱源機の設置	kcal/Kcal.h		
		配管・ダクトの設置	kcal/m		
		ポンプの設置	kcal/L.min		
		ファンの設置	kcal/CHW		
	運用	入力エネルギー一次評価Ea	kcal/kcal'		
		熱源機にP (E) 考慮	kcal.h/kcal.h'		
		熱源機の運転時間	h/LC		
		熱源機の耐用年数	年/LC		
		搬送機器の運転時間	h/LC		
廃棄	設置	搬送機器の耐用年数	年/LC	104151	
		配管ダクトの耐用年数	年/LC		
		メンテナンスに要する材料	kcal/年		
	運用	廃棄に要するエネルギー	kcal/kg 等		
		上記項目のうち要素の結果無視できるオーダーのものは随時削除し、各機器等の寿命エネルギー消費量/耐用年数 (kcal/年) を合計してシステム全体の評価を行う。			
		注) 1. ガイドラインNO. のあるものは当ガイドラインで資料のある項目			
		2. 熱源機には冷却塔、冷却水ポンプ、1次ポンプまでを含む			
		3. 搬送機器には空調機、FCU、室内機を含む			

図 3.3 設備ガイドライン(生涯エネルギー-検討項目)

地球環境対応設計ガイドライン		分類	総合・章経・構造・設備・土木・その他	分類No	104153
STAGE	基本計画	大項目	空調設備計画	システム構成	作成日 H5. 3.31
項目		留意点			参考資料
冷熱源機の製造に要するエネルギー		☐ 冷熱源機の製造に要するエネルギー 冷凍機・冷却塔・冷却水配管・ボイラ・蒸気配管までを含めた冷熱源機材質ごとの重量から単位能力当たりの重量を導く式を求め、各材料の製造エネルギー原単位を用いて冷熱源機の製造に要するエネルギーを算定する。			資料編 4-01
表1にオフィス 10000m ² (300RT)と 50000m ² (1500RT)の試算例を示す。					
表1. 冷熱源製造エネルギー試算例					
冷凍機		10000m ² (300RT)	50000m ² (1500RT)		
		構成 (kcal/RT)	構成 (kcal/RT)		
ターボ冷凍機	150RT×2	352.9	750RT×2	255.9	
熱回収ヒートポン	150RT×2	324.9	375RT×4	255.3	
単効用吸収冷凍機	150RT×2	589.0	750RT×2	437.6	
2重効用吸収冷凍機	150RT×2	498.6	750RT×2	400.1	
冷温水機	150RT×2	412.0	750RT×2	289.2	
水冷式チラー	200HP×2	240.0	200HP×10	240.0	
空冷ヒートポンプ	130HP×3	257.9	130HP×15	257.9	
パッケージ室外機	150HP×3	122.6	150HP×15	122.6	
材料製造エネルギー原単位		☐ 材料製造エネルギー原単位 材料製造エネルギーは以下の値を用いている。			
		鉄----- 5.657 kcal/kg 鋼----- 3.742 kcal/kg P R P ----- 8.830 kcal/kg PVC(塩化ビニル) ----- 8.810 kcal/kg アルミニウム ----- 10.582 kcal/kg			
1)					
参考文献: 1) 建築が地球環境に与える影響 P182 日本建築学会 1992.6					

図 3.4 設備ガイドライン(冷熱源製造エネルギー-)

3.3 構造設計

構造設計における対応設計課題として、鋼材、コンクリート資源の利用の合理化および型枠材としての南洋材利用の見直しに代表される省資源設計を取り上げた。省資源設計に関連する設計項目を抽出するために構造設計での作業実施事項を基本計画・基本設計・実施設計別に整理した。構造設計においては、構造種別や構造形式によって消費資源(エネルギー)や設計・施工方法が大幅に違ってくる。したがって構造種別・形式の選定にあたっての留意事項や選定される種類が、地球環境においては省資源設計を考慮する上で重要である。それを踏まえて今回の検討では、基本計画における「構造種別の選定」「構造形式の選定」という項目に着目し、その中の混合構造およびPCa複合化構・工法について設計ガイドラインを作成することにした。

混合構造、PCa複合化構・工法とも目指しているものは、構造方式の合理化または設計・施工の省力化である。それぞれ多種多様であり分類方法もさまざまであるが、混合構造については各混合形式毎に、またPCa複合化構・工法については各部材の要素技術(例えば床部材ならPS系合成床版、RC系合成床版、デッキプレート系、システム型枠系など)を中心に検討した。

図3.5、図3.6に混合構造編の設計ガイドライン例を示す。ここでは、設計、建設あるいは研究開発の事例が比較的多いとみられる混合形式、柱CFT(充填型鋼管コンクリート)造、梁S造を取り上げた。設計上の留意点は、主に次の項目に関して列記した。

- ①当混合形式の一般的な特徴、長所・短所
- ②当社の保有技術との関連
- ③各構造関係規準・指針等で必ずしも明確にされていない部分
 - ・構造計画、固有周期の略算式、異種部材・異種構面接合部の応力伝達、耐震二次設計での構造特性係数(Ds値)もしくは変形性能の評価法など
- ④現行の行政上での取扱い
- ⑤地球環境との関わり

地球環境対応設計ガイドライン				分類	総合・専任(構造)設備・土木・その他	分類No	103107
STAGE	構造種別の選定	大項目	混合構造(7) CFT柱+S梁①	作成日	HS. 3.31		
項目	留意点						
CFT柱+S梁構造 5)	□高軸力を受ける柱をCFT構造(充填型鋼管コリヤ)とし、梁を建物の軽量化・型枠の省化のためにS造とする構造である。そのCFT構造の主な特徴としては、SRC構造に比べ、 (1)鋼管コリヤの鉄骨は閉鎖断面となるのでコリヤの打設が困難である。 応用性に比べ、 (2)軸力が非常に大きい。 (3)鋼管の拘束効果によって内部コリヤの強度が上昇するために、充填コリヤ部分の強度を有効に使える。 (4)型枠が不要である。 S構造に比べ、 (5)内部コリヤによって鋼管の局部座屈がある程度防止されるので、変形能力が大きくなる。 (6)充填コリヤによって、火災時における鋼管コリヤの温度上昇がやわらげられるので、耐火性能が向上する。 (7)同じ外径で大きな強度が得られる。 □設計は、SRC造の鋼管コリヤ部分、またS部分はS構造設計規程ならびにS構造設計指針など関連法規による。また、構造特性係数やコリヤの割合・打設方法については、参考文献6) 8) に設計・施工(4) 3) が提案されている。以下に主な留意点・問題点を各参考文献から抜粋する。 注) この構造形式は、縦谷組超高層SRC法を採用して設計することもできる。この場合、鋼管(角型)の拘束効果による充填コリヤの耐力上昇と充填コリヤによる鋼管の局部座屈抑制の相互作用による柱部耐力の向上および変形性能向上を考慮した設計ができる。詳しくは資料編1-05または参考文献7)を参照されたい。						
柱・梁接合部の応力伝達	□SRC造準に準拠して設計する。また、梁から伝達されるせん断力の一部を柱材の充填コリヤ部分に圧縮力として負担させる場合には、鋼管部分と充填コリヤ部分との付着を要する。1)						
振動特性	□この構造形式の構造特性はS造に類似している。しかも、CFT部材の変形能力は一般に非常に大きいので、地震により設計用一次固有周期を算定する場合はS造に準じてよい。6)						
引張力に対し	□充填コリヤは、圧縮力に対しては非常に有効であるが引張力に対してはその効果がない。加圧7)の場合など、地震時に働く柱の軸方向力が非常に大きい場合はその引張力での鉄骨が佚れられている、期待した引張力を生ずることができないことがある。						
柱・梁接合部	□コリヤに期待する余力、過剰に柱の断面を大きくすると柱・梁接合部で梁の力での鉄骨より断れが生じ、常時時の変形の原因となる場合がある。						

図 3.5 構造ガイドライン(混合構造CFT柱+S梁①)

地球環境対応設計ガイドライン		分類	総合・専任(構造)設備・土木・その他	分類No	103108	
STAGE	構造種別の選定	大項目	混合構造(8) CFT柱+S梁②	作成日	HS. 3.31	
項目		留意点				
構造特性係数 6)	☐ 現行法におけるS造に関する規定による。ただし、CFT柱については、表1.5による。なお、使用する鋼管の幅厚比の上限は、種別Fに示される規定値とする。					
表1.5 充填型鋼管コリヤ柱の種別						
断面		種別	種別			
			F/A	F/B	F/C	F/D
角形		SS400級	44	49	64	72
		SK450級	36	42	54	61
円形		SS400級	66	93	133	150
		SK450級	48	66	97	109
行政上取扱い	☐ 混合構造が行政上、どんな場合に認定・評価に該当するかは、断々に判断され統一された見解はない。また、特定行政庁によっても違う場合がある。参考文献6) 8) の行政庁向けの7)をみると、CFT柱+S梁の場合は、基本的にS造として設計し、コリヤは剛性評価のみとした場合は、確認申請のみというケースが多い。					
地球環境との関わり	☐ 型枠・鉄骨作業が難しい形式のため、コリヤ型枠が必要なくなり熱帯雨林の保全につながる。その他に施工上の利便性になるが、 (1)梁が鉄骨であるため、変換工が必要となる。 (2)梁上断の配筋作業がないため、ワークを先攻して組み立てられる。 上記2点などにより大幅な工期の短縮と省工化が図れる。 ☐ 上記のような特徴より型枠量の低減にはなるが、一般的に梁をS造とすると純SRC造に比べて、鋼材量が増えるため3) 3) の概念もされる。工期の短縮、省工化効果を含めたトータルとして考える必要がある。					
参考文献: 1) 鉄骨鉄筋コリヤ構造設計規程・解説1987 日本建築学会 2) 建築構造設計指針1991 東京都建築行政連絡会 3) 構造設計指針・解説1991 日本建築学会 4) 混合構造の設計 佐藤邦昭 鹿島出版会 5) 混合構造研究委員会報告1991.12 日本コリヤ工学協会 6) ベイ・ランド 構造技術に関する調査報告書'89'90'91 日本建築学会 7) 縦谷組超高層SRC法 技術指導報告書および研究委員会提出資料4.4 日本建築学会						

図 3.6 構造ガイドライン(混合構造CFT柱+S梁②)

3.4 土木設計

土木設計部門は、建築設計部門と発注形態、受注形態が異なり同一の設計業務機能、ひいては品質保証体系では論じられないため、地球環境問題に関連する土木設計のテーマを現状把握によって抽出し、そのテーマごとに設計ガイドラインまたはマニュアル(図表など)という形で検討することとした。

今回は、テーマを【地球環境に与える影響が少ない山留め工法の選定】とし、地球環境の視点で建設公害を絞り込み、従来の山留め壁工法選定図表に「環境への影響」という項目を追加し、総合的な山留め壁工法の選定を目標として設計ガイドライン土木編とした。設計ガイドラインの内訳は以下になっている。

- | | | |
|-----------------------------|----|-------------------|
| ①地球環境と土木設計 | —— | テーマ選定のための現状把握 |
| ②【山留め工法-建設公害-地球環境】
の関係調査 | └─ | 山留め工法の種類 |
| | └─ | 建設公害の種類 |
| | └─ | 地球環境との関わり |
| | └─ | 対象建設公害の絞り込み |
| ③要因分析 | —— | 対象建設公害の発生要因の分析・対策 |
| ④地球環境を考慮した総合的な山留め
工法の選定 | —— | 選定図表の作成(環境への影響追加) |

対象建設公害としては、特に地球環境に与える影響が大きいとされる(1)産業廃棄物(2)大気汚染(3)水質汚濁を取り上げた。図3.7にそれらの建設公害の影響を評価した山留め壁工法選定図表の一部を示す。(項目の4~10は省略、工法は柱列式地下連続壁工法のみを紹介する。)

			柱 列 式 地 下 連 続 壁 工 法																									
			場所打ち杭系						原位置土換拌杭系																泥水固化工系			
			P I P W	P I P L S	R C P	P I P L	R C P	プレキャストコンクリートパイプ工法	R C W	P C 型体工法	M C S I P W 工法	C C P	J A S G	I A T	L i n e p a s t a s	S h o t c r e t	R R W	O N S	R W	M I P	T S P	J M G	J M	S S S I M A N	R J P W	H I W	飛込ホールド	F U S S
1 地盤条件	粘性土・砂層	4 以下	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		4~10 "	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○
		10~20 "	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	△	△	×	×	×	×	○
2 施工深さ	最大掘り深度 (a)	30 以下	○					○						○	○							○						
		30~50 "		○		○						○	○	○			○	○		○	○	○			○	○		
		50~70 "																								○	○	
3 作業条件	最小掘削距離 (a)	2.5 未満	○	○	○	○					○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		0.5~1.0 "		○		○																		○				
		1.0~1.5 "													○											○	○	
11 環境への影響	騒音測定の実施頻度 注：1	昼間 (a)	30	30		30	30	30	30	30										33	30	30					30	
		レベル (dB)	70	70		70	70	70	70	70	70										79	69	75				61	
		夜間 (a)	30	30		30	30	30	30	30	30										10	30					15	
		レベル (dB)	60	60		60	60	60	60	60	60										70	60					59	
	水質汚濁	無	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		陸域が対象				○			○																	○	○	
	振動伝達特性	発生	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		発生	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	大気汚染																											

大規模事業では、建設工事の実施が大気質におよぼす影響を予測・評価する環境アセスメントを実施する。

4、おわりに

今後地球環境対応設計システムの構築に向けて、次の段階としての環境設計標準仕様の作成や地球環境対応設計モデルの作成を行っていききたい。

- 1) 建築業協会 地球環境問題専門委員会：わが国における建築物の建設に係わる資源消費と関連する影響要因の実態（建設業に係わる地球環境問題の研究）、平成3年6月
- 日本建築学会 建築と地球環境特別研究委員会エコシテティ小委員会：エコシテティと環境設計（エコシテティシンポジウム資料）、平成3年12月
- 土木学会 環境システム委員会 エコポリス計画策定基礎調査小委員会：エコポリス計画策定基礎調査、昭和63年度環境庁委託研究
- 日本建築学会 建築と地球環境特別研究委員会：建築が地球環境に与える影響、平成4年3月
- 東京都環境保全局環境管理部環境計画室：東京都地球環境保全行動計画、平成4年5月
- 建築業協会 地球環境問題専門委員会：わが国の建設分野における活動による環境負荷と関連活動の実態調査結果及び業界としての今後の活動方向について（建設業に係わる地球環境問題の研究その2）、平成4年6月
- 日本土木工業協会・日本電力建設業協会 環境委員会・環境問題専門部会：地球環境問題と建設産業の関わり、平成4年7月
- 石川健治：建設業における地球環境問題への取り組み、建築設備総合協会：建築設備の革新技術テキスト、平成4年7月
- 2) 羽深久夫、伊土晋平、藤原健：地球環境対応設計システムの構築について、土木学会 建設マネジメント委員会 建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集、平成4年12月
- 3) 例館谷組設計本部地球環境対応設計チーム：地球環境問題に対応する設計システムの検討報告書、平成5年3月
- 4) 日本建築学会編：建築の省エネルギー計画、昭和56年
- 成田勝彦：これだけは知っておきたい 建築の省エネルギーの知識、昭和57年
- 5) エネルギーの使用の合理化に関する法律第14条第1項の規定に基づく通産省・建設省告示第2号別表第2、昭和55年2月28日
- 6) 石福昭、伊香賀俊治、井田浩一：民生部門CO₂排出原単位の経年変化に関する研究、空調調和衛生工学会学術講演会講演論文集、1992年10月