

品質確保に影響を与えるマネジメント要素 に関する一考察

(財) 日本建設情報総合センター 鈴木信行*¹
早稲田大学理工学術院総合研究所 鈴木明人*²
日本大学生産工学部土木学科 高崎英邦*³

By Nobuyuki SUZUKI, Aketo SUZUKI, Hidekuni TAKASAKI

土木構造物の建設はプロジェクトといえる。このためプロジェクトマネジメントの考え方を導入し、全体最適化を目指すことが重要といえる。また土木構造物は、仮に要求品質を満たさない場合でも作り直しが困難である。特に、公共工事で提供される公共施設は長期間にわたって納税者である国民に対し、安全と安心を与え、計画された便益を提供し続けなければならないので、それぞれの品質は安定していなければならない。

本研究の目的は、米国プロジェクトマネジメント協会 (PMI) が規定するマネジメント要素から統合マネジメント要素を除いた8つの要素を対象として、品質マネジメントに影響を与えるマネジメント要素を抽出し、品質確保における基本的な考え方を示すことである。さらに、設計や施工の中でどのような原因が基で設計ミスや施工不良が生じたかを見るために、国土交通省が発表した資料にネットワークモデルを適用し解析する。その結果、品質確保において重要な要素は技術者であることが示された。

最後に、国土交通省が採用している総合評価方式の評価項目に、技術者やマネジメント技術の評価にも重点を置くことを提案した。

【キーワード】品質確保、プロジェクトマネジメント、品質マネジメント、総合評価方式

1. 研究の背景と目的

土木構造物は、供用後のある時点から劣化が始まる。適切な維持管理を行うことにより、効果的に公共サービスを長期にわたって提供することが可能となる。この維持管理の頻度や費用は、完成した構造物の品質に依存する¹⁾。我が国では公共投資が縮減される中、第二次世界大戦後急速に整備された社会資本が更新時期を迎えようとしている。

これからの社会資本の品質確保は喫緊の課題である。2005年4月1日より「公共工事の品質確保の促進に関する法律」(以下、品確法という)が施行された。この法律は価格以外の多様な要素を考慮して、価格と品質が総合的に優れた構造物の調達を目的としている。

近年、施工内容が複雑化・多様化するという傾向が顕著である。したがって工事にあたって、検討すべき計画内容や情報量は増大している。さらに資機材単価の急変や各種の規制等の増大により建設産業

を取り巻く環境は急激に変化しつつある。このような状況においては、旧来の品質 (Quality)、コスト (Cost)、納期 (Delivery) (以下、QCD という) という3つのマネジメント要素のみを考えるのでは、企業として社会や株主等に対する説明責任が不足しているといわれるようになった。そこで、QCD 以外にも複数のマネジメント要素を加える必要がある。ところがそれぞれのマネジメント要素間には複雑な相互依存の関係が存在し²⁾、効果的な建設施工マネジメントの考え方は理論的に解明されていなかった。

本研究の目的は、二つあり、一つは複数のマネジメント要素で管理されなければならない建設施工において、品質確保に影響を与えるマネジメント要素間の関係を定量的に分析し、その結果に基づいて品質確保に向けた基本的な考え方を示すことである。

次に、実際の設計や施工において品質に影響する原因や課題を明確にすることである。このために品質に影響を与える要因の関連性をネットワークモデルと捉え、グラフ理論を用いて国土交通省の公表資

*1 建設コスト研究部 03-3584-2401

*2 suzukiak@kurenai.waseda.jp

*3 takasaki@cit.nihon-u.ac.jp

料を基に、品質確保において重要な要素を解析することである。

2. 品質マネジメントに影響を与えるマネジメント要素に関する研究

(1) マネジメント要素間の相互依存性に関する調査

a) 研究の概要

建設施工では、一般的に QCD を中心にマネジメントしていると言われているが、資材の調達や設計変更情報の伝達等を統合的に検討しながら進捗を図る必要がある。そこで本研究では、管理経験者のマネジメントに関する意識調査を実施し、その結果を解析することにより、品質確保への認識および姿勢等の検討を行う。

まず、QCD を含めた複数のマネジメント要素間の相互依存性合いとその方向性を把握するために、正方マトリックスを用いてアンケート調査を実施する。その結果を基に、全マネジメント要素を効率良く循環する経路を求め、品質に影響を与えるマネジメント要素を特定する。また、品質と他のマネジメント要素間の影響度合いを距離の遠近と捉え、全体問題として解析し、品質と接近しているマネジメント要素を特定する。

b) 検討対象マネジメント要素

米国では早くからマネジメント要素やマネジメントの体系化についての研究が行われており、1969 年には PMI (Project Management Institute) が設立され、1996 年には各種のプロジェクトを対象にした PM の手引書 (A Guide to the Project Management Body of Knowledge、以下 PMBOK^{3), 4)} という) が発刊されている。英国においても 1972 年設立の英国 PM 協会が同様の手引書を 1992 年以来発刊している。また、オーストラリアにおいても、豪州 PM 協会が 1976 年に設立され、以来 PM 活動を続けている。

一方、我が国では新しい日本版 PM 知識体系の確立と資格制度について PM 導入開発調査委員会で研究が行われ、2001 年に「プロジェクト&プログラムマネジメント標準ガイドブック」略称 P2M⁵⁾が作成された。

それぞれの組織が発刊する PM 手引書におけるマネジメント要素の構成は異なるが、本研究において

表-1 PMBOK のマネジメント要素(知識エリア)

	マネジメント要素	
1	コスト	Cost management
2	工程	Time management
3	情報	Communication management
4	品質	Quality management
5	調達	Procurement management
6	人的資源	Human resource management
7	スコープ	Scope management
8	リスク	Risk management
9	統合	Project integration management

表-2 相互依存性評価マトリックス

	コスト	工程	情報	品質	調達	人的資源	スコープ	リスク
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
コスト	①							
工程	②							
情報	③							
品質	④							
調達	⑤							
人的資源	⑥							
スコープ	⑦							
リスク	⑧							

検討対象としたマネジメント要素は、全世界 171 ヶ国に 26 万人以上の会員 (2008 年 1 月現在) を擁する PMI の発刊する PMBOK が提案する 9 つのマネジメント要素とする。なお、PMBOK ではマネジメント要素を“知識エリア”と称している。

表-1 は、PMBOK のマネジメント要素を日・英語で示している。ここで、9 つのマネジメント要素の一つとなっている「統合」は他のマネジメント要素を統合する機能でマネジメント体系内に存在し、全てのマネジメント要素と強い相互依存性を有していると考え、本研究では 8 つの要素を取り上げている。

c) アンケート調査と結果

① アンケート調査対象者

マネジメント要素に関して影響の有無と影響の方向性を調べるため、表-2 の正方マトリックスを用いてアンケート調査を実施した。アンケートの調査対象者は、任意に抽出した建設産業において約 15 年間以上従事し、管理者の立場を経験した者である。国内からは 40 数名、海外からは 30 数名の回答があった。海外への調査には英語版を作成した。海外企業

の技術者は、雇用形態が我が国とは異なり、永続的に同職種に携わることは少ないが、我が国の調査対象者と同等の業務経験年数を持ち、かつ、総合建設での管理経験者である。

② 調査結果

それぞれのマネジメント要素間で影響があると考えられる場合にはセルに「1」、影響が無いと考えている場合は「0」を記入する。影響の方向は、表-2 では“行から列へ影響がある”と表現している。例えば表-2 で、“人的資源”が“調達”に影響があるセルに「1」を記入している例である。

全マネジメント要素は 8 つとしてあるので、 $\delta_{ij}^n = 8 \times (8 - 1) = 56$ のそれぞれのセル毎に合計したマトリックス[A]を作成する。集計結果のそれぞれのセルの値は下記の式(1)と式(2)で表記できる。式(1)と式(2)において δ_{ij}^n は、表-2 で調査した解答の n 番目シートの行 $i \times$ 列 j セルを表す。すなわち、マトリックス[A]の各セル δ_{ij} の値は、 N 枚の調査票の同じセル δ_{ij} の総和となる。

$$[A]_{\text{国内}} = \sum_{n=1}^{N_{\text{国内}}} \delta_{ij}^n (i, j \in 8, i \neq j) \quad (1)$$

$$[A]_{\text{海外}} = \sum_{n=1}^{N_{\text{海外}}} \delta_{ij}^n (i, j \in 8, i \neq j) \quad (2)$$

表-3 と表-4 は調査集計結果のマトリックスである。それぞれのセルの数値は、最大値 δ_{Max} をそれぞれのセルの値 δ_{ij} で除することにより、影響が最も強い要素間関連を 1.00 とし、影響が弱くなるほど相対的に数値が大きくなるように正規化している。また、それぞれの要素間において影響方向と強さが異なるため、対角線をはさんでセルの数値は対称とはならない。

d) マネジメント要素間の影響方向と強度

アンケート調査の結果、それぞれのマネジメント要素間には依存性の偏りが存在し、また同一のマネジメント要素間でも方向により依存性の強弱が異なることが判明した。そこで、マネジメント要素間の相対依存性の関係をマネジメント要素の接近性度合いと仮定し、強い依存性は接近している、弱い依存性は離れていると定義して相対評価する。

表-3 マネジメント要素間の相対依存性(国内)

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
コスト	①	1.04	3.25	1.00	1.18	1.08	2.89	1.24
工程	②	1.00	5.20	1.63	1.37	1.86	2.36	2.00
情報	③	3.71	2.89	2.00	1.30	2.00	2.89	1.73
品質	④	1.00	1.63	2.17	2.36	1.53	3.25	1.63
調達	⑤	1.00	1.24	1.63	1.86	26.00	5.20	3.25
人的資源	⑥	1.24	1.37	2.17	1.00	4.33	2.17	1.86
スコープ	⑦	4.33	2.36	2.17	4.33	4.33	1.53	1.86
リスク	⑧	1.24	2.60	1.73	2.17	3.71	3.25	

表-4 マネジメント要素間の相対依存性(海外)

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
コスト	①	1.40	1.75	1.08	1.75	1.27	2.33	1.08
工程	②	1.08	2.33	1.17	1.27	2.80	2.80	1.40
情報	③	1.56	1.17	2.00	1.75	1.56	3.50	2.00
品質	④	1.08	1.17	2.80	2.33	2.80	7.00	2.80
調達	⑤	1.17	1.27	3.50	1.75	4.67	4.67	3.50
人的資源	⑥	1.17	1.56	1.40	1.17	2.33	2.33	2.33
スコープ	⑦	2.00	1.75	2.00	2.80	1.75		2.80
リスク	⑧	1.00	2.00	4.67	3.50	3.50	2.80	7.00

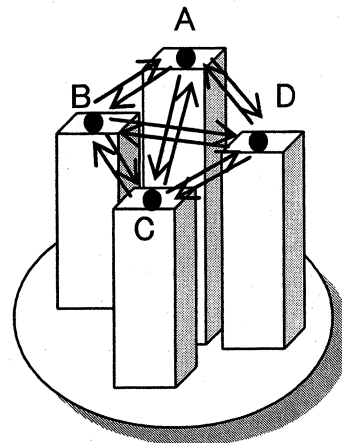


図-1 各地点の空間位置関係イメージ

表-5 双方向の到達時間

出発点	到達点			
	A	B	C	D
A		14	10	12
B	16		13	14
C	20	18		15
D	17	15	14	

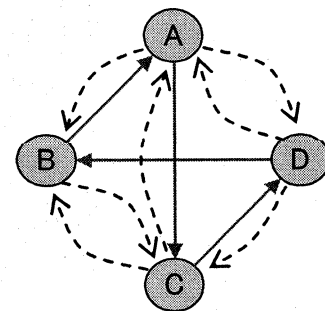


図-2 最短経路(実線で示す)

例えば、図-1 に示すように空間上に任意の地点 A ~D を設定する。この点には高低差があり、AB 間のように同一距離であっても進む向きにより到達する時間が異なる。各地点から隣接地点まで到達に必要な時間(分)を求めたところ表-5 のようになった。A 地点を出て 4 地点を全て 1 回通過する経路総数は

$(N-1)! = 6$ ($N=4$) 通り存在する。その中で、最短時間で一巡できる順路は、 $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow A$ (総計 56 分) となる。最長は、 $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow A$ (総計 62 分) となる。このように、巡回方向と巡回順序を適切に選択することにより、同じ目的を効率良く達成することができるといえる。図-2 は、最短経路を実線で示したものである。

(2) マネジメント要素間の最短経路

図-3 は表-3 のマネジメント要素間の相互依存性(国内)をグラフ表示している。見やすくするために品質を中央に配置している。

全マネジメント要素間 (${}_8C_2=56$ 組み) には、方向性を含めて様々な依存性が存在する。また、8 つのマネジメント要素間を巡回する経路は $(8-1)! = 5,040$ 通り存在する。全経路を検討した結果、マネジメント要素間の最短経路は図-4 のようになる。

マネジメント要素間の最短経路とは、全体を統合マネジメントする場合に、最も影響が強いマネジメント要素間を、効率良く巡回することと同義と捉えることができる。すなわち品質マネジメントを最も効果的に実施できる経路(マネジメントプロセス)といえる。

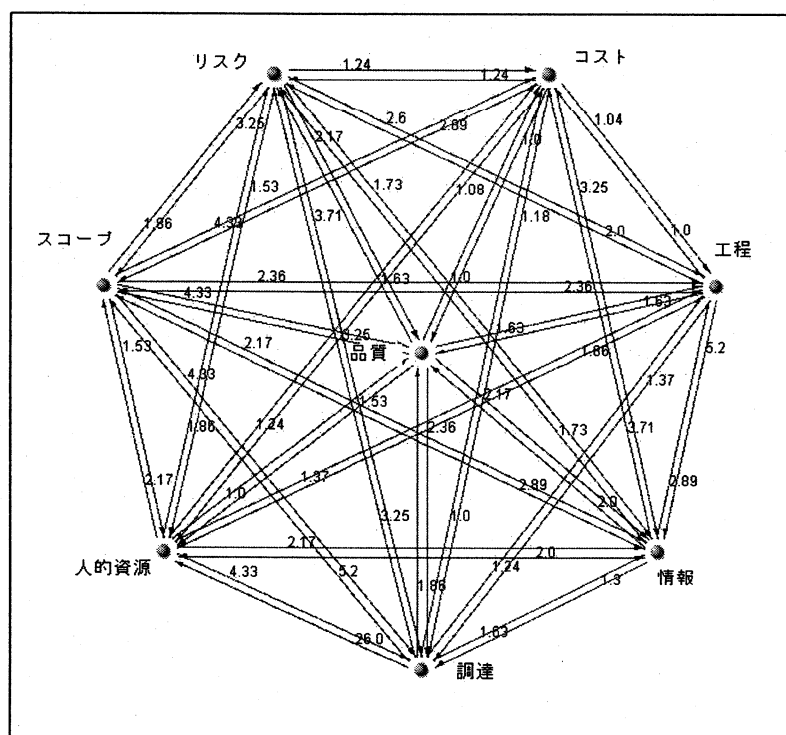


図-3 マネジメント要素間の相互依存性(国内)

品質に影響を与えるマネジメント要素は、国内では人的資源(技術者や組織)であり、海外は調達となる。国内と海外ではマネジメント要素の経路が異なる。これは、建設産業が成り立つ社会基盤や社会規範等の相違に起因するものと考えられる。建設生産システムは、それぞれの社会や地域、文化等と密接しており、柔軟なマネジメントの取組が要求される。欧米で活用されている仕組みを我が国へ導入する際の留意点といえよう。

(3) 品質マネジメントへ影響を与えるマネジメント要素

次に、全体最適化を検討しながら、注視しなければならない特定のマネジメント要素(品質)を検討する場合の分析法を示す。前節は全体を大きく捉える手法であり、本節はある個別断面を切り取る手法である。

図-3 において品質にいたる経路をマネジメント要素間の全体最短距離問題として捉え、各要素間の接近度を検討する。計算方法としては、一般的な道路網の最短経路算出に用いられるダイクストラ法(Dijkstra 法)が平易ではあるが、本研究ではマイナスの影響(負の値)が存在するような場合でも算出できるワーシャルフロイト法(Warshall-Floyd 法、以下 W-F 法という)を採用する。

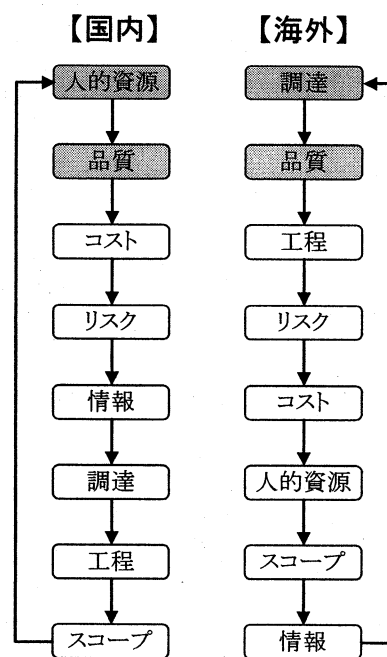


図-4 最短経路の国内と海外の比較

式(3)に W-F 法のアルゴリズムを示す。W-F 法は列と行の外積 (和) を求め、1 ステップ前 ($k-1$) の行列と比較して最小値 (min.) があれば書き換える。ここで k の最大は $|M| \times |M|$ 正方マトリックスの次数 $|M|$ である。すなわち、式(3)を $k=1,2,\dots,|M|$ に対して繰り返すことで全体距離問題が解ける⁶⁾。

$$d_{ij}^{(k)} = \begin{cases} x_{ij} & \text{if } k=0, \\ \min(d_{ij}^{(k-1)}, d_{ik}^{(k-1)} + d_{kj}^{(k-1)}) & \text{if } k>0. \end{cases} \quad (3)$$

ここで、 $x_{ij} = \delta_{\text{Max}} / \delta_{ij}$ であり、正規化後の初期値である。 $d_{ij}^{(k)}$ は、ステップ k 毎の外積 (和) を表す。

W-F 法を用いて表-3 および表-4 の全体距離問題を解いた結果をそれぞれ表-6、表-7 に示す。表中の数値は、表-3 と表-4 と同様に、最も影響の強い関係を 1.00 としている。したがって数値が大きくなるほど、影響は弱くなる。

表-6、表-7 の中で薄く網掛けしているセルの数値は W-F 法で計算した後に変化したことを示している。表-6、表-7 から品質に影響を与えるマネジメント要素の相対距離を整理して表-8 に示す。

国内では、品質に最も影響を与えているマネジメント要素はコストと人的資源 (両方とも 1.00) であることがわかる。海外ではコスト (1.08) となる。海外における最も強い影響を与えているマネジメント要素間の関係は、表-4 および表-7 の左下隅に示すようにリスク→コスト (1.00) である。

(4) 考察

全体最適化の検討および品質という個別要素に注視した検討の結果、建設施工における品質確保には、技術者および組織という人的な要因が重要であることが示された。これは、図-4 左の国内総合建設の最短巡回路における品質に影響を与えるマネジメント要素である人的資源と整合する。

すなわち、担当技術者や組織の技術力やモラルが品質に影響を与えやすいと考えることができる。品質は技術者が作り込むといえる。

海外では、図-4 右の品質の前の矢印に示される調達、品質に影響を与えやすいと示されている。海外では専門業者や下請業者等も自国外から進出している場合が多く、我が国の建設産業のように、雇用実績や技量が熟知できる協力会社グループを構築す

ることが困難である。原則的にはその工事のみ (one shot project) の付き合いになることが多い。したがって、調達のマネジメントが品質に影響を与える可能性が高いと考えられる。

また、海外では表-8 に示されているように一対一のマネジメント要素間の影響度合いでは、コストが品質に最も影響を与えている。すなわち、全体を統合マネジメントする考え方と個別要素を検討する場合では異なることが示された。これは、直接的な見方の場合はコストが重要と表れているが、建設施工マネジメントの意識の中では、調達が重要と考えていると想定される。

国内では全体を統合マネジメントする場合も個別要素を検討する場合も、人的資源が品質に最も影響を与えていることが示されており、品質確保の視点により明確であるといえる。

表-6 マネジメント要素間の相対距離(国内)

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
コスト	①	1.04	2.81	1.00	1.18	1.08	2.89	1.24
工程	②	1.00	2.99	1.63	1.37	1.86	2.36	2.00
情報	③	2.30	2.54	2.00	1.30	2.00	2.89	1.73
品質	④	1.00	1.63	2.17	2.18	1.53	3.25	1.63
調達	⑤	1.00	1.24	1.63	1.86	2.08	3.60	2.24
人的資源	⑥	1.24	1.37	2.17	1.00	2.42	2.17	1.86
スコープ	⑦	2.77	2.36	2.17	2.53	3.47	1.53	1.86
リスク	⑧	1.24	2.28	1.73	2.17	2.42	1.53	3.25

表-7 マネジメント要素間の相対距離(海外)

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
コスト	①	1.40	1.75	1.08	1.75	1.27	2.33	1.08
工程	②	1.08	2.33	1.17	1.27	2.35	2.80	1.40
情報	③	1.56	1.17	2.00	1.75	1.56	3.50	2.00
品質	④	1.08	1.17	2.80	2.33	2.35	3.41	2.15
調達	⑤	1.17	1.27	2.92	1.75	2.44	3.50	2.24
人的資源	⑥	1.17	1.56	1.40	1.17	2.33	2.33	2.24
スコープ	⑦	2.00	1.75	2.00	2.80	1.75	1.75	2.80
リスク	⑧	1.00	2.00	2.75	2.08	2.75	2.27	3.33

表-8 品質マネジメントとそれぞれの要素間の相対距離

対要素相関(国内)	相対距離	対要素相関(海外)	相対距離
コスト ⇒ 品質	1.00	コスト ⇒ 品質	1.08
工程 ⇒ 品質	1.63	工程 ⇒ 品質	1.17
情報 ⇒ 品質	2.00	情報 ⇒ 品質	2.00
調達 ⇒ 品質	1.86	調達 ⇒ 品質	1.75
人的資源 ⇒ 品質	1.00	人的資源 ⇒ 品質	1.17
スコープ ⇒ 品質	2.53	スコープ ⇒ 品質	2.80
リスク ⇒ 品質	2.17	リスク ⇒ 品質	2.08

3. 品質確保のために取るべき方策に関する検討

(1) グラフ理論(媒介性指標)を用いた分析法

複雑な関連性を分析する目的で、グラフ理論の中心性指標を用いることがある。例えば、2001年9月11日に米国で発生した同時多発テロ事件の後に、テロリスト集団の中心的役割を果たしていた複数の人物をグラフ理論の中心性指標(媒介性値等)を用いて抽出し、テロ組織の構造をネットワークと捉え、その特性分析を行っている^{7),8)}。

本節では、品質に影響を与える原因特定を媒介性指標(Between-ness、以下*B*という)にて行う。媒介性指標は、影響や情報を仲介する機能を示す⁹⁾。媒介性指標の算出式を式(4)に示す。大きな数値ほど媒介能力が高いと判定できる。

$$\text{Between-ness}(i) = \sum_{j=1, h=1}^N \frac{Gpaths_{j \rightarrow i \rightarrow h}}{Gpaths_{j \rightarrow h}} \quad (4)$$

ここに $Gpaths_{j \rightarrow h}$ はノード j からノード h までの全ての最短経路数、 $Gpaths_{j \rightarrow i \rightarrow h}$ はノード j からノード i を含んでノード h までの最短経路数である。

a) 設計および施工が品質に及ぼす影響

① 関連図のモデル化

国土交通省が公表している「国土交通省直轄事業の建設生産システムにおける発注者責任に関する懇談会(第2回)¹⁰⁾」の資料から『資料 2-2 発注者責任を果たすための建設生産システムのあり方について』(設計ミス・施工不良の原因分析)の関連図を用いる。図-5は、資料 2-2 の“想定される背景”を簡略化して表現している。

この表では、設計ミス・施工不良に影響する原因や背景の方向性は示されているが、影響の強弱は示されていない。そこで、トポロジカルネットワークモデルと捉えて、媒介性指標 B を用いて、「設計ミス・設計不良」を引き起こす「直接的原因」や「想定される背景」、そして「分析の観点」における要因・原因の関連性より、それぞれの要因・原因が与える影響の重要度を評価する。ネットワークモデルとしては図-6に示す原因分析モデルを作成し、これを用いた。

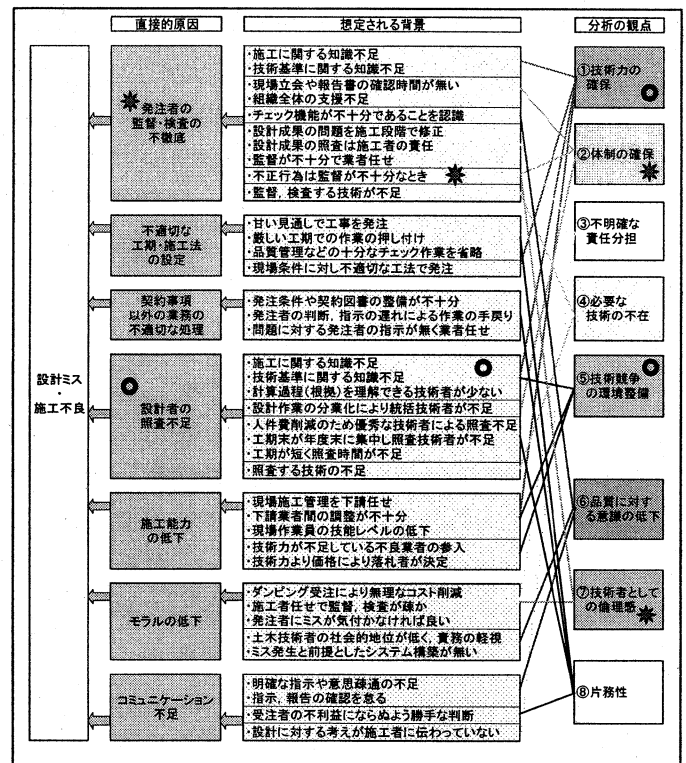


図-5 発注者責任に関する懇談会(第2回)資料「設計ミス・施工不良の原因分析」を簡略化し、さらに媒介性指標の高いところに星印と丸印を追記している

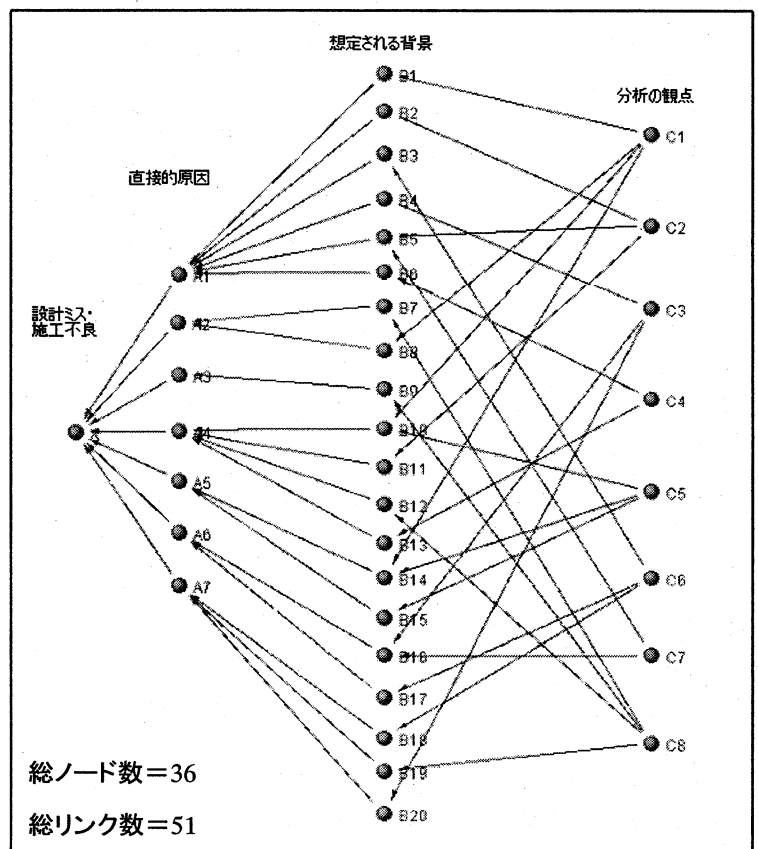


図-6 設計ミス・施工不良の原因分析モデル

② 分析結果

媒介性指標 B を計算した結果、「直接的原因」は“発注者の監督・検査の不徹底”が最高値 ($B=8.58$) を示し、次に“設計者の照査不足” ($B=5.67$) である。直接的原因に影響を与える「想定される背景」は、“発注者の監督・検査の不徹底”に対しては、“業者による不正行為は、監督が不在なときに行われているのではないか”が最高値 ($B=2.33$) を示す。

“設計者の照査不足”に対しては、“施工に関する知識が不足しているのではないか”、“技術基準に関する知識が不足しているのではないか”、“計算過程(根拠)を理解できる技術者が少なくなっているのではないか”という背景が最高値 ($B=2.58$) である。

それぞれの関連性を星印と丸印で図-5 に示す。

b) 建設生産システムにおける課題の抽出

① 関連図のモデル化

同様に、国土交通省が公表している「国土交通省直轄事業の建設生産システムにおける発注者責任に関する懇談会-中間とりまとめ(案)-¹¹⁾」(2006.6) に添付されている『建設生産システムにおける課題の抽出』(図-7) をプロセスにおける原因の関連ネットワークと捉え、媒介性指標を用いて分析する。

調査・設計、施工、維持管理というそれぞれの「段階」における「顕在化している問題」がどのような「プロセス」において発現しているのか、そして、それぞれの「プロセスにおける原因分析」と「想定される課題」に関して検討された図-7 をもとにネットワークモデルを構築して図-8 に示す。

② 分析結果

図-8 を基に解析した結果、このシステム(系)における媒介性指標の最高値は施工段階の“施工”プロセスが $B=143$ となり、次に調査・設計段階の“監督・検査”プロセスおよび施工段階の“監督・検査”プロセスが共に $B=125$ となった。図-7 にこの強い値を星印で示す。

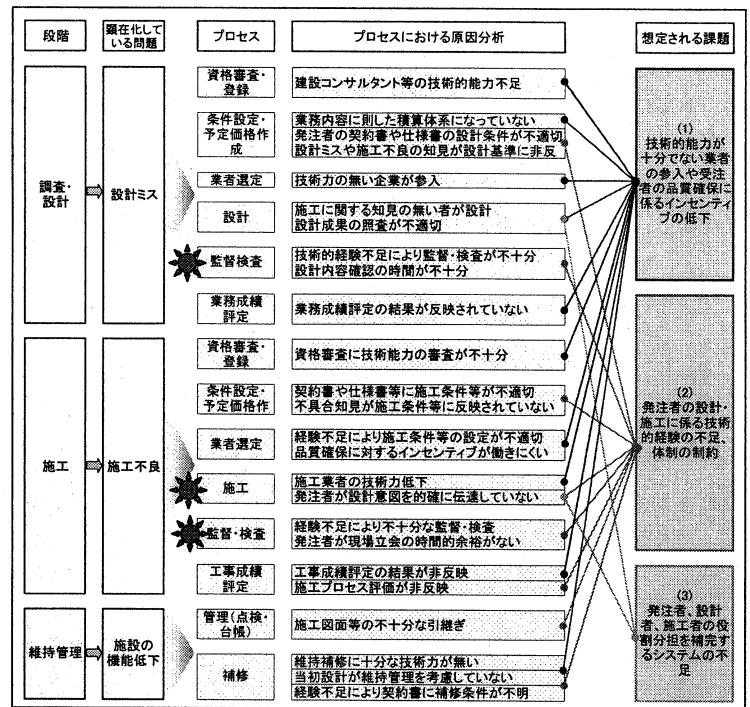


図-7 発注者責任に関する懇談会-中間報告(案)-の資料、「建設生産システムにおける課題の抽出」を簡略化し、星印を追記している

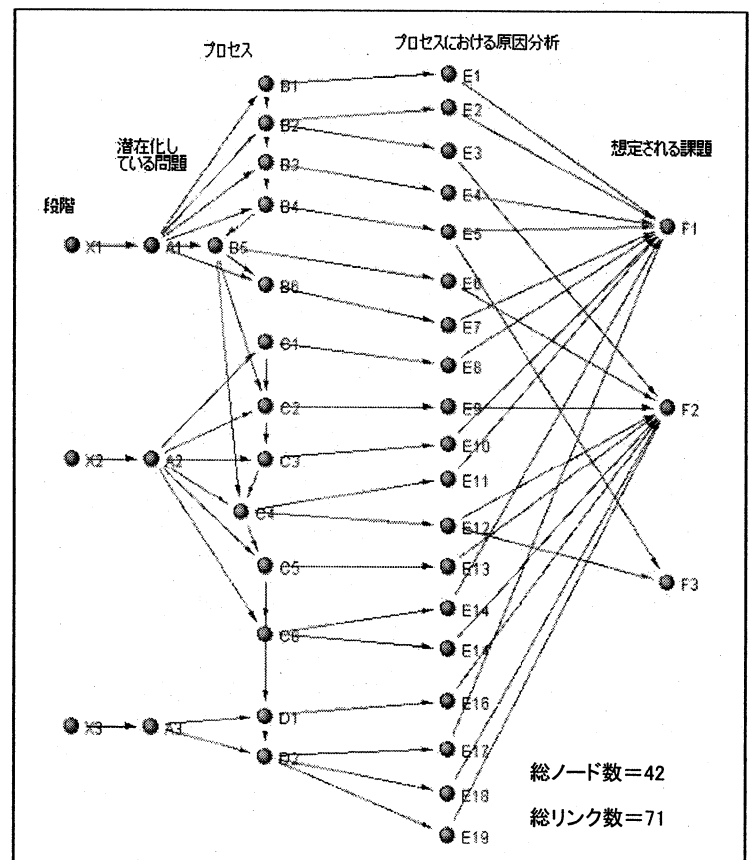


図-8 建設生産システムにおける課題の抽出モデル

プロセスにおける原因分析の中では、“施工”プロセスの中の“施工業者の技術力低下”が $B = 9.5$ 、“監督・検査”プロセスの中の“経験不足”が $B = 4.0$ と示され、他の原因と比較して高い値を示した。すなわち、施工では施工業者の技術力低下、監督・検査では経験不足が、品質確保において重要な課題になっているといえる。

(2) 総合評価方式の評価項目と品質の関係

次に、2005 年 4 月 1 日より施行された品確法に伴い、価格と品質を総合的に評価する発注方式であり、現在では国土交通省の発注工事のほぼ全てにおいて採用されている総合評価方式の評価項目を検討する。

「国土交通省直轄工事における品質確保促進ガイド」および「公共工事における総合評価方式活用ガイドライン」（以下、「ガイドライン」という）が、2005 年 9 月に国土交通省および国土交通省国土技術政策総合研究所より公表された^{12), 13)}。工事の品質確保のために、価格以外の評価項目を総合的に判断する施策である。図-9 および表-9 に、ガイドラインに示されている評価項目とその評価基準の例を示す。図-9 では評価点の最も重い項目 A （最高点）を基準とし、他の評価項目 B_i に与えられる最高点を相対距離 $Dist_i = A + B_i$ として表現している。したがって中心に近い評価項目ほど重視されていることになる。

第 2 章 4 節および前節で述べたように、品質確保へ影響を与える要素は、人的資源（技術者）であることが示された。図-9 に示されているように、左上“技術者コミュニケーション”から下部“技術者資格”まで、技術者に関連する評価項目は中心から離れ、他の評価項目（施工計画や社会的要請に対する提案等）と比較して評価点が低い。

また、表-9 では直接的評価ポイントとして技術者の能力やコミュニケーション能力が低くなっている。我が国の土木技術者は社会基盤建設において、ハード技術とともに、マネジメントというソフト技術を培ってきた¹⁴⁾。ところがマネジメント技能や習熟度に関する直接的な評価項目は存在しない。

以上をまとめると、総合評価方式における評価項

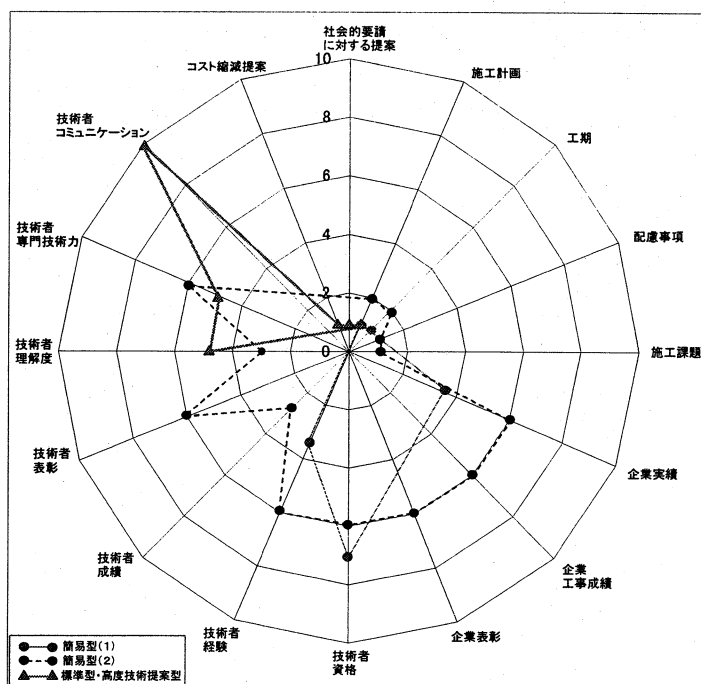


図-9 総合評価方式における評価項目と評価基準例

表-9 標準型・高度技術提案型評価項目と配点例

評価項目	配点	レーダーチャートの位置
施工計画	20	1.0
技術者の専門技術力	4	5.0
技術者の理解度	4	5.0
コミュニケーション能力	2	10.0
技術提案	20	1.0

目に、技術者および組織としてのマネジメント技術やマネジメントの習熟度、マネジメントスキル等の評価項目を設定し、適切な配点とすることを提案する。さらに、マネジメント技術に対する評価基準をはじめ、客観的なマネジメント評価方法として PMBOK や P2M などの具体的マネジメント手法の導入も急務であると考えられる。

4. まとめ

本論文では、まず建設施工マネジメントに対して世界的に浸透している PMBOK が規定する 8 つのマネジメント要素を対象に、著者らは品質確保に影響を与えるマネジメント要素の研究を行った。それぞれのマネジメント要素間の相互依存性強度を接近性と仮定し、全マネジメント要素を巡回する経路距離

の短さで全体マネジメントの効率性を評価した。また、各マネジメント要素間の依存性を全対問題として、個別要素間の関連性を評価した。その結果、国内と海外の全体マネジメントに関する相違や、品質に特化して検討した場合、品質に強く影響を与えるマネジメント要素を特定することができた。国内では人的資源であり、海外では調達である。この結果に関して、国内外に在住する総合建設のマネージャー経験者十数名にヒアリング調査をしたところ、“指摘されてみるとなるほど”という回答が得られた。特に、国内の場合は、“品質は技術者が作り込む”という本研究成果に賛同が得られた。海外の場合は、“調達も一理ある。工事全体をマネジメント技術で対応しているため、個別マネジメント要素を強く意識はしていない。”という回答があった。国内外のいずれにおいても、今回の研究成果および検討手法に対して妥当であるとの意見が得られた。

次に、品質確保に関連する公表資料よりネットワークモデルを構築し、グラフ理論の媒介性指標を用いて品質確保にとって重要な役割を果たしている要因・原因等を特定した。グラフ理論の中心性指標は複雑な関連性を構築している事象において、定量的に重要度を示すことが可能であり、施工管理者の判断支援に有効といえる。

建設施工は自然の中で実施されることが多く、気象や地象の変化に対して適時適切な対応が要求される。センサー技術や機械化施工技術、情報伝達技術等が進展しているが、品質確保を含めて総合的な判断は技術者に帰属するというヒアリング調査結果を得た。本研究の分析結果からも、技術者の重要性や臨場での監督・検査の必要性が示されている。今後、我が国の建設現場にも導入が予定されているインスペクター制度の必要性和整合する。

平成 17 年度より試行促進が図られている総合評価方式の試行結果に基づいた評価項目や評価方法、加算点の設定等が見直されている。本研究の成果から品質確保にとって技術者の重要性が示された。技術者には「総合力」、「マネジメント力」が必要であると、古市公威（1854～1934）の時代から言われているという¹⁵⁾。すなわち、土木技術者のマネジメン

ト技術やマネジメント習熟度等のマネジメントに関する評価項目も加えることを提案する。そのためには、マネジメント技術評価基準の作成が必要である。そして経験豊かな技術者が、臨場での段階検査をすることで施工現場における土木技術を次世代へ継承することを可能とする。また、経験豊かな技術者が、工事品質確保を担うことにより、価格の価値（value for money）をより明確かつ効果的なものとし、納税者への説明責任を向上し、土木技術者の社会的評価及び地位の向上につながるものと考ええる。

謝辞

本研究の遂行にあたり、アンケート調査およびヒアリング調査に協力していただいた各々に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 西川和廣，小林潔司，高木千太郎，金氏眞：社会資本のアセットマネジメント，JACIC 情報 85 号特集，（財）日本建設情報総合センター，2007.03
- 2) 例えば，旧建設省記者発表資料：「公共事業へのプロジェクトマネジメント（PM）手法導入に関するビジョン」について，建設省，平成 11 年（1999 年）6 月
- 3) Project Management Institute：A Guide to the Project Management Body of Knowledge，1996.
- 4) PMI Standard Committee：プロジェクトマネジメント知識体系ガイド第 3 版，2005.
- 5) 小原重信：P2M プロジェクト&プログラムマネジメント標準ガイドブック上巻・下巻，PHP 研究所，2003.04
- 6) M. Shimura：Network on Network Summary，2003.07，
http://homepage3.nifty.com/asagaya_avenue/apl/practice/net_theory_summary2.pdf
- 7) Steven J. Brams, et al., Influence in Terrorist Networks: From Undirected To Directed Graphs, New York University, 2005.09

- 8) Stephen P. Borgatti, Identifying sets of key players in a social network, *Computational, Mathematical and Organization Theory*. 12(1):pp.21-34, 2006
- 9) 安田 雪：実践ネットワーク分析，関係を解く理論と技法，新曜社，pp.85-87，2001.10
- 10) 国土交通省直轄事業の建設生産システムにおける発注者責任に関する懇談会（第2回），配布資料 2-2「発注者責任を果たすための建設生産システムのあり方について」，2006.06
- 11) 国土交通省直轄事業の建設生産システムにおける発注者責任に関する懇談会（第3回），配布資料 3-2「中間とりまとめ（案）」，2006.06
- 12) 国土交通省：国土交通省直轄工事における品質確保促進ガイドライン，2005.09
- 13) 国土交通省国土技術政策総合研究所：公共工事における総合評価方式活用ガイドライン，2005.9，<http://www.cbr.mlit.go.jp/hinkaku/09.htm>
- 14) 平成 18 年度土木学会会長特別委員会：平成 18 年度土木学会会長特別委員会報告書－土木の未来・土木技術者の役割，土木学会，2007.03
- 15) 廣谷彰彦：将に将たる土木技術者へ，建設マネジメント技術，（財）経済調査会，pp.5，2008.04

A STUDY ON THE ANALYSIS OF MANAGEMENT FACTORES FOR MAINTAINING CONSTRCUTION QUALITY

By Nobuyuki SUZUKI, Aketo SUZUKI, Hidekuni TAKASAKI

The uniqueness of Construction products, such as social infrastructures can be defined as “a project”. Therefore the concept of Project Management can lead managers to the effective situation at any time.

The Quality of the final product may be directly affected, or influenced, by many factors apart from the Contract requirements and specifications which are often strongly interrelated, including; design and technical inputs, interfacing projects and developments, culture and environmental factors that can all lead to some trade-offs or compromises. Due to this structural complexity, it is very difficult to identify specific factors to focus on that would ensure and guarantee that customer satisfaction is achieved.

In this paper we utilize the results of a survey carried out amongst construction site managers in Japan and overseas to develop a spatial network, where we define that the interaction of management factors as a weighted graphical model. This is then analyzed using the minimum circulation distance and Warshall-Floyd algorism methodology to find the key factor and most direct mechanism for maintaining/influencing construction quality. Based on the results of our analysis, and the latest procurement policies adopted by the “Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism” in Japan, we conclude with some suggestions for increasing accountability within the civil engineering industry.