

SCMによる建設プロジェクト在庫削減効果の検討*

An Examination of Inventory Reduction by SCM for Construction Firms

菊地竜也*², 石黒一彦*³, 稲村肇*⁴, 石倉智樹*⁵
 by Tatsuya KIKUCHI, Kazuhiko ISHIGURO, Hajime INAMURA and Tomoki ISHIKURA

1. はじめに

(1) 背景・目的

建設産業においては天候の変化や不測の事態によって常に工事の進行状況が変化するため、資材の在庫管理が難しく、サプライチェーンの所々で過大な在庫が生じているのが現状である。近年、様々な業種でサプライチェーンマネジメント (SCM) という、製造業者から卸売業者、小売業者を経て顧客までのサプライチェーン全体の最適化を図っていくという経営理念¹⁾ が取り入れられている。製造・流通業界ではSCMを導入することにより、市場動向の不確実性や環境の変化に対応しているが、建設産業においてはその導入が進んでいない。

SCMの目的のひとつは、ブルウィップ効果の低減である¹⁾。図-1はブルウィップ効果の概念図を示している。現場ではリードタイム間の資材使用量のばらつきに対して安全余裕を持つため、実際に必要な数よりも多い数量をひとつ上流のステージ (支社) に発注する。支社は発注量を決定する際に現場の資材必要量 (需要) ではなく、現場からの発注量をもとにしているので、支社の発注量のばらつきは、現場から本社への発注量のばらつきよりも大きくなる。これがブルウィップ効果のメカニズムである。これにより、多段階のサプライチェーンでは上流ほど、またリードタイムが長いほどその影響は増大し、より多くの在庫を抱えることになる。多段階のサプライチェーンの効率化の検討には、このブルウィップ効果の定量的分析が欠かせない。

本研究ではSCMによる建設プロジェクトの在庫削減効果の検討を目的として、ゼネコン主導型サプライチェーンの在庫管理モデルを構築する。現状を表す情報非共有システムと、需要情報の共有化によってブルウィップ効果の影響を低減することが可能なSCMシ

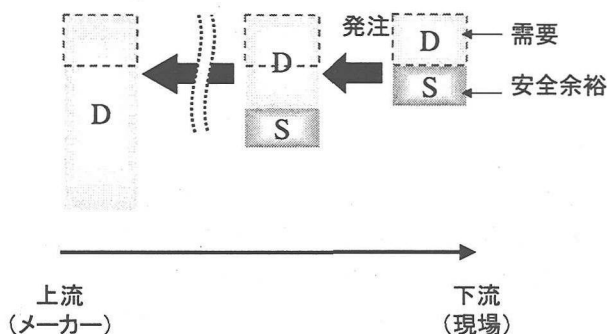


図-1 ブルウィップ効果の概念図

ステムの2種類のモデルを構築し、シミュレーションにより各システムにおける在庫量を比較し、SCMの有用性を検討する。

(2) 従来研究と本研究の特徴

SCMの研究は個別企業の事例分析が主流である²⁾³⁾。事例研究以外のものでは、Leeら^{4) 5)}やLeviら¹⁾がサプライチェーンで発生するブルウィップ効果の原因として、1)需要情報の非共有状態、2)リードタイムの存在、3)多段階の需要予測、4)供給者の信頼性の欠如、5)ランダムな発注、6)商品価格の変動、7)配送と購入の非同時性、8)短期的な在庫計画、9)供給情報の非共有状態、10)無制限発注を挙げ、それぞれの原因への対処方法を提案している。また、Mettters⁶⁾はサプライチェーン上の企業の収益性に着目し、具体的なデータを使用することによりブルウィップ効果による収益の低下を定量的に分析した結果、ブルウィップ効果を排除することにより有意な収益増加が見込めることを指摘している。Kelleら⁷⁾は多段階のサプライチェーンの一部に着目し、需要のばらつきの増加と発注量のばらつきの増加の関係を在庫理論を利用して回帰的に求めている。この結果、小ロットかつ多頻度の発注によりブルウィップ効果を低減させられると結論づけている。Chenら⁸⁾は一般にブルウィップ効果の主原因と考えられる需要情報の非共有状態、リードタイムの存在をふまえた上で、小売りとメーカーのみで構成される2ステージのシンプルなサプライチェーンにおいて、需要のばらつきと発注量のばらつきの関係の定式化に成功している。

このようにブルウィップ効果については様々な研

*keywords: 物資流動, SCM

*2 正会員: 修 (情報) 八千代エンジニアリング(株)
 東京事業部 臨海開発部

〒153-8639 東京都目黒区中目黒 1-10-23
 TEL 03-3715-1347, FAX 03-3715-8999

*3 正会員: 修 (情報) 東北大学大学院情報科学研究科助手

*4 F 会員: 工博 東北大学大学院情報科学研究科教授

*5 学生員: 修 (情報) 東北大学大学院情報科学研究科

〒980-8597 仙台市青葉区荒巻字青葉 06

TEL 022-217-7497, FAX 022-217-7494

究がなされているものの、サプライチェーン上の各主体で在庫量を算出できるモデルを構築している研究は無く、SCM導入による在庫削減効果を定量的に評価することはできない。そこで、本研究では在庫理論にChenらの定式化を応用することにより、ブルウィップ効果を考慮したサプライチェーンの各主体の在庫量算出モデルを構築する。本研究ではChenらと同様、ブルウィップ効果の原因は需要情報の非共有状態とリードタイムの存在に集約されると考える。上述のブルウィップ効果の10の原因のうち、多段階の需要予測、ランダムな発注、短期的な在庫計画、無制限発注は、そもそも需要情報が共有されていないことに起因するものであり、配送と購入の非同時性はリードタイムの存在に起因するものと考えられるからである。

供給者の信頼性の欠如、商品価格の変動については本研究では考慮しない。これにより本研究では、供給者は安定的に発注された量を標準的なリードタイムをもって納入する、と仮定することになるが、特殊な商品でない限りこれは非現実的な仮定ではない。供給情報の非共有状態については定式化においては考慮しないが、ケーススタディにおいて考慮する。

また、従来のSCMはサプライチェーンの最も川上に位置するメーカー主導であり、建設産業のサプライチェーンで中間に位置するゼネコンが主導となるようなSCMは考えられていない。本研究では建設産業を適用事例とするため、ゼネコン主導型のSCMによる在庫削減を、構築したモデルを利用することにより定量的に評価する。

2. 在庫量算出モデルの構築

(1) モデルの概要

在庫理論の発注点法に基づいてモデルの定式化を行う。毎期はじめに在庫量をチェックし、在庫量が後述の発注点を下回っている場合に発注を行うものとする。発注点は発注から納入までの間の需要のために発注時に最低限確保しておくべき在庫量であり、以下のように決定される。

リードタイム中には需要にばらつきがあり、それを考慮して発注点を決定する。需要のばらつきは正規分布に従うものと仮定すると、在庫の変動は図-2のように表される。発注からリードタイム L を経て納入される直前の在庫量の期待値は s であるが、需要にはばらつきがあり、多いときには線ABより急な下降線ACとなり在庫切れを起こす。在庫切れの許容発生確率に応じた安全余裕を考慮すると、発注点は式(1)によって決定される。

$$O_t = \mu_t L + \alpha \sqrt{LV_t} \quad (1)$$

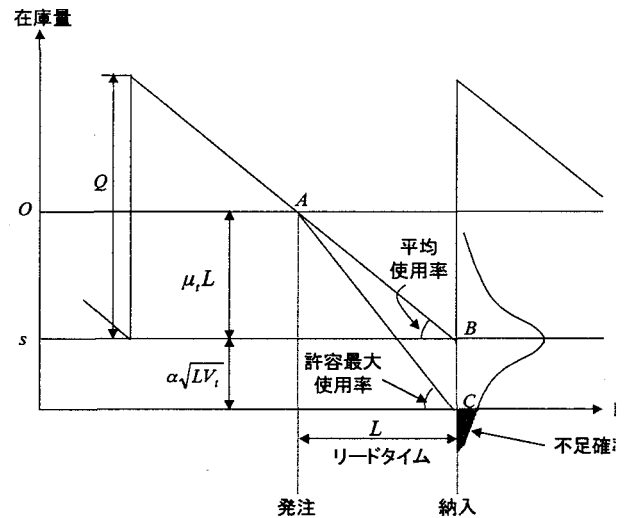


図-2 需要の変動を考慮した在庫変動

$$\text{ただし, } \mu_t = \frac{\sum_{i=t-p}^{t-1} D_i}{p} \quad (2)$$

$$V_t = \frac{\sum_{i=t-p}^{t-1} (D_i - \mu_t)^2}{p-1} \quad (3)$$

O_t : t 期の発注点

μ_t : t 期の需要の期待値

L : リードタイム

α : 安全係数

V_t : t 期の需要の分散

D_t : t 期の需要 (結果)

p : 観測期間

このように発注点は一定ではなく、分散を算出するための観測期間中の需要のばらつきにより変化する。正確な需要予測をするためには、適切な観測期間を定める必要があるが、この観測期間は長ければよいわけではなく、管理する資材の種類や天気の周期などを考慮した上で決定されるものである。

(2) 発注点

サプライチェーンにおけるブルウィップ効果の解消方法のひとつが需要情報の共有化である。ここでは、需要情報が非共有状態である情報非共有システムと共有化されているSCMシステムの発注点を定式化する。需要情報を共有化している場合には、発注点を下げることが可能で、その結果、在庫量を削減できる構造になっている。

また、便宜上サプライチェーンの最も川下をステージ1、川下から n 番目をステージ n として説明する。

a) 情報非共有システム

ステージ1は需要情報をもとに発注点を決定する。それに対し、 $n \geq 2$ ではひとつ下流の発注情報を需要と

みなして発注点を決定する。それぞれのステージにおける発注点は式(4)、式(5)で求められる。

$$O_{1t} = \mu_{1t} L_1 + \alpha \sqrt{L_1} \sqrt{\frac{\sum_{i=t-p}^{t-1} (D_i - \mu_{1t})^2}{p-1}} \quad (n=1) \quad (4)$$

$$O_{nt} = \hat{Q}_{n-t} L_n + \alpha \sqrt{L_n} \sqrt{\frac{\sum_{i=t-p}^{t-1} (Q_{n-t} - \hat{Q}_{n-t})^2}{p-1}} \quad (n \geq 2) \quad (5)$$

$$\text{ただし, } \hat{Q}_{nt} = \frac{\sum_{i=t-p}^{t-1} Q_{nt}}{p} \quad (6)$$

O_{nt} : ステージ n の t 期の発注点

L_n : ステージ $n+1 \rightarrow n$ のリードタイム

Q_{nt} : ステージ n の t 期の発注量

b) SCMシステム

情報非共有システムでは、リードタイム間の需要の期待値を求める項に1ステージ下流の発注量の期待値を、安全余裕の算出に1ステージ下流の発注量の分散を用いているので、需要情報の非共有状態およびリードタイムの存在によるブルウィップ効果は上流に伝搬するようになっている。

これに対し、SCMシステムではリードタイム間の需要の期待値を求める項に現場における末端の実需要を用いることにより需要情報の共有化を表現する。しかし、リードタイムの存在を無視することはできないため、安全余裕を求める項にブルウィップ効果が含まれなければならないことになる。したがって、安全余裕を求める項に需要の分散をそのまま代入するとリードタイムの存在によるブルウィップ効果が表現できないため、これを表現する方法が必要になる。

発注点が式(1)で表され、需要の平均が式(2)、需要のばらつきが式(3)で与えられるとすると、ブルウィップ効果は $n=1$ の発注量の分散と需要の分散の比として式(7)のように定式化されている⁸⁾。

$$\frac{\text{Var}(Q)}{\text{Var}(D)} \geq 1 + \frac{2L}{p} + \frac{2L^2}{p^2} \quad (7)$$

$\text{Var}(Q)$: 発注量の分散

$\text{Var}(D)$: 需要の分散

このとき、需要の分散とステージ n における発注量の分散の比は各ステージにおける観測期間を一定とすると、式(8)のように表される。

$$\frac{\text{Var}(Q_n)}{\text{Var}(D)} \geq 1 + \frac{2 \sum_{i=1}^{n-1} L_i}{p} + \frac{2 (\sum_{i=1}^{n-1} L_i)^2}{p^2} \quad (8)$$

$\text{Var}(Q_n)$: ステージ n の発注量の分散

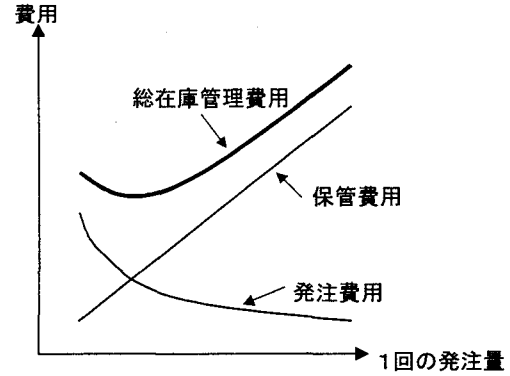


図-3 発注量に対する総費用

従って、式(8)を利用すると SCM システムにおける各ステージの発注点は式(9)で表される。

$$O_{nt} = \mu_{nt} L_n + \alpha \sqrt{L_n} \sqrt{\left(1 + \frac{2 \sum_{i=1}^{n-1} L_i}{p} + \frac{2 (\sum_{i=1}^{n-1} L_i)^2}{p^2}\right) \cdot V_t} \quad (9)$$

(3) 枝分かれのあるサプライチェーンへの拡張

枝分かれがあり同一ステージに複数の主体が存在するサプライチェーンを考える。枝分かれの分岐となっている主体が、1ステージ下流の主体全体の需要の平均値及び分散を推定し、それをもとに発注点を求めることになる。同一ステージに m 個の主体が存在しているとする。このステージにおけるそれぞれの主体の需要を X_m ($i=1, 2, \dots, m$) とすると、ステージ全体として観測される需要 Y は式(10)で、 Y の期待値 μ は式(11)で表される。

$$Y = X_1 + X_2 + \dots + X_m \quad (10)$$

$$\mu = \mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_m \quad (11)$$

μ_m : 主体 m の需要の期待値

Y の分散 σ^2 は、 X_m ($i=1, 2, \dots, m$) が互いに独立なものとすると式(12)で表される。

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_m^2 \quad (12)$$

σ_m : 主体 m の需要の分散

(4) 発注量

以上の両モデルにおける各ステージの各期の発注量は、一回の発注に要する費用である単位発注費用と、単位期間・単位在庫量あたりの保管に要する費用である単位保管費用の和である総在庫管理費用を最小にするように設定される。発注量に対する発注費用と保管費用の関係は図-3のようになっており、総在庫管理費用は発注量の関数として式(13)で表される。

この総在庫管理費用を Q で微分したものを0とする Q は、式(15)で表され、このとき総在庫管理費用は最小となる。

$$TC = \frac{1}{2}Qh + \frac{\mu}{Q}K \quad (13)$$

$$\frac{\partial TC}{\partial Q} = \frac{1}{2}h - \frac{\mu}{Q^2}K = 0 \quad (14)$$

$$Q = \sqrt{\frac{2K\mu}{h}} \quad (15)$$

Q ：総費用

K ：単位発注費用

h ：単位保管費用

μ ：単位期間あたりの需要

式(15)を用いるとステージ n における t 期の発注量は式(16)、(17)で求められる。

$$Q_{1t} = \sqrt{\frac{2K_1\mu_1}{h_1}} \quad (n=1) \quad (16)$$

$$Q_{nt} = \sqrt{\frac{2K_n\hat{Q}_{n-1t}}{h_n}} \quad (n \geq 2) \quad (17)$$

(5) 在庫量

各期の在庫量は需要と発注量の累計の差であり、いずれのモデルにおいても式(15)、(16)で求められる。

$$S_{1t} = \sum_{i=1}^{t-L_1} Q_{1i} - \sum_{i=1}^t D_i \quad (n=1) \quad (15)$$

$$S_{nt} = \sum_{i=1}^{t-L_n} Q_{ni} - \sum_{i=1}^t Q_{n-1i} \quad (n \geq 2) \quad (16)$$

S_{nt} ：ステージ n の t 期の在庫量

3. シミュレーションの設定

(1) サプライチェーンの基本設定

建設産業のサプライチェーンは、一般に、川上から順にメーカー、商社、小売り、ゼネコン（本社、支社、工事現場）となっている。商社をメーカーの営業部門、小売りをメーカーの販売部門であると見なし、これらはメーカーに含まれるものとする。ゼネコンについてはひとつにまとめず本社、支社、現場をそれぞれ別のステージとして扱う。そのため、シミュレーションは図-4に示されるサプライチェーンを基本とする。最も川下である現場は2ヶ所、支社・本社・メーカーはそれぞれ1ヶ所とする。現場は2ヶ所ともに同じ支社に発注を行う。また、支社は本社に、本社はメーカーに発注を行う。

a) 需要

現場で発生する需要は正規分布に従うものとする。現場1の需要の平均値は10、現場2は20とする。天候等

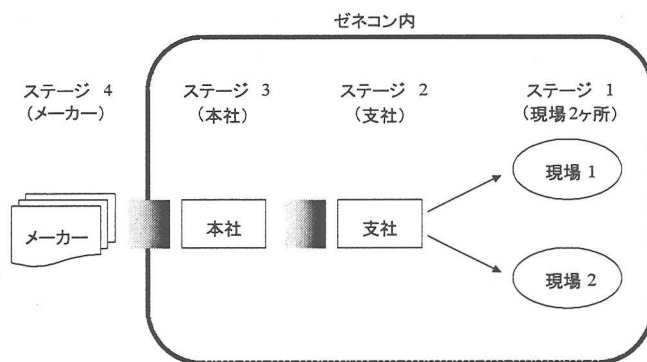


図-4 サプライチェーンの設定

表-1 リードタイムの設定

	現状システム	SCMシステム
現場1～支社	1	1
現場2～支社	1	1
支社～本社	7	7
本社～メーカー	30	15
メーカーの生産	10	10

の影響を受けやすい資材は需要の分散が大きく、影響を受けにくい資材は需要の分散が小さいと考えられる。また、工事現場の立地条件、天候条件等でも需要の分散の大きさは様々に変化することが考えられる。したがって、需要の分散については、非常に小さい値から、需要がほとんど負にならない程度の大きな値まで、10段階に変化させる。ここでは、分散の値を1から10まで1刻みで変化させた。このように平均値および分散を与え、各期における各現場の需要をランダムに発生させる。

b) 発注量の決定要因

発注量の算出式に含まれる変数の中で、外生的に与えられる変数は K と h である。すなわち、 K と h を変化させることで各主体の最適発注量を自由に決めることができる。 K/h （以後 β ）は発注費用の保管費用に対する比を表しており、その値を変化させることで、保管費用に対し発注費用の高い資材から低い資材まで様々な種類の資材を表現できることを意味している。現場ではほぼ毎期発注を行っていることを想定し、1期分の需要に近い値を発注量とするため、 β を現場1で10、現場2で20とする。現場では資材蔵置場を需要のピークに合わせて用意する必要があるが、支社においては複数の現場の資材需要のピークが重なることを計画的に避けることにより、資材蔵置場の利用効率を高めることができ、結果として保管費用は現場よりも低く抑えられる。上流ほど保管費用が低くなるものと仮定し、 β を支社で30、本社で40、メーカーで50とする。

c) リードタイム

リードタイムは、図-4に示すゼネコン内とメーカー～本社およびメーカー内で扱いを変える。ゼネコン内では売買契約が発生しないため、リードタイムは事務処理時間を含めた発注リードタイムと輸送リードタイムを合わせたものとして扱う。メーカー～本社においては、売買契約を結んでから資材が納入されるまでの期間をリードタイムとみなす。メーカー内のリードタイムは生産リードタイムとする。入力するリードタイムを表-1に示す。

ここで、ゼネコン主導型のSCMを考えるため、SCMシステムにおいては、ゼネコンがメーカーの在庫量および生産量情報を把握していると考え、このため、情報非共有の場合よりも発注を遅らせることができるため、メーカー～本社のリードタイムが短縮されるものと仮定する。シミュレーションにおいては、表-1のリードタイム設定を基本設定のケースとする。

d) 安全係数・観測期間

安全係数は許容不足確率をもとに決定される定数である。ここではすべての主体で不足確率を5%とする。このときの安全係数は1.65である。観測期間は天候の変化などを考慮した上で決定するものであり、長ければ良いというわけではない。シミュレーションで用いる値は7とする。

(2) 感度分析の設定

a) 発注量を変化させるケース

β の変化による在庫量の変化を確認するため、前述の $\beta=1.0$ を基本とし、 $\beta=1.5$ と $\beta=2.0$ としたときの値も入力する。その他の設定は基本設定と同じものとする。

b) リードタイムが同一のケース

基本設定では、ゼネコン主導のSCMを考えるため、ゼネコンがメーカーの生産・在庫量情報を共有化し、メーカー～本社のリードタイムを短縮できると仮定した。ここでは、現場の需要情報の共有化のみによる在庫削減量を確認するために、リードタイムを情報非共有システムとSCMシステムで同じものとする。リードタイムは、表-1の情報非共有システムの値とする。その他の設定は基本設定と同じものとする。

c) 現場が多いケース

支社が多くの現場を管理する場合を想定し、現場数を基本設定の5倍の10ヶ所とする。その他の設定は基本設定と同じものとする。

4. シミュレーション結果と考察

在庫量および発注量は需要のパターンや需要のばらつきの大きさによらず安定した結果が得られた。したがって、以下では得られた結果を平均化したものに対して考察する。

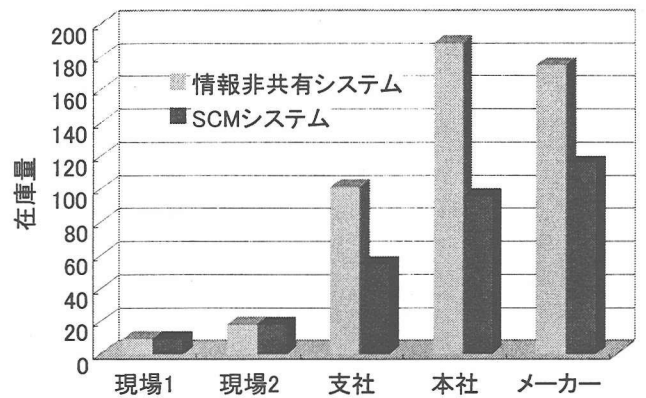


図-5 SCM導入前後の平均在庫量の比較

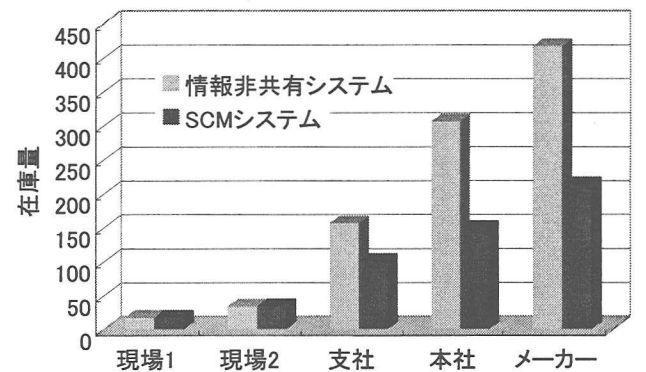


図-6 SCM導入前後の最大在庫量の比較

(1) 基本ケース

a) 平均在庫量の比較

平均在庫量について情報非共有システムとSCMシステムの各主体の比較を示したものが図-5である。現場1、現場2では差が見られない。これは、情報非共有システム、SCMシステムともに現場では実需要をもとに在庫管理をしているからである。これに対しSCMシステムの導入によるブルウィップ効果の低減により、支社では46%、本社では49%、メーカーでは34%の在庫削減が可能になった。平均在庫量の削減は在庫費用の削減に直接反映するものである。平均在庫量が削減できたことで、SCMシステムの在庫費用削減に対する有用性を示すことができた。

SCMシステムの方が在庫量が少ないために、在庫切れの可能性は高いのではといった懸念がある。シミュレーションでは、両システムともに本社、支社、メーカーで数回在庫切れを起こしているが、これは不足確率5%の範囲内である。従って、在庫量が少ないからといって、SCMシステムの在庫切れの危険性が高いわけではなく、不足確率は情報非共有システムと同程度であることが確保されている。

b) 最大在庫量の比較

最大在庫量について情報非共有システムとSCMシ

システムの各主体の比較を示しているのが図-6である。SCMシステムの導入により、支社では36%、本社では51%、メーカーでは49%の削減が可能であった。

在庫を管理する主体はストックヤードの容量を決定する際に最大在庫量を目安にする。また、ストックヤードの容量が限られている場合、最大在庫量を抑制しなければならない。以上のように、最大在庫量は、ストックヤード容量の決定に大きく関わる要因である。最大在庫量の比較でもSCMシステムの有用性を示すことができた。

c) 発注量の変化に対する感度

図-7、図-8は情報非共有システムおよびSCMシステムにおいて、 β を変化させたときの各主体についての平均在庫量の比較を示している。

現場を除いた主体を通して見られる傾向は、 β を増加させたとき、すなわち保管費用に対して発注費用を相対的に増加させたときの平均在庫量の増加は情報非共有システムと比較してSCMシステムの方が小さいということである。情報非共有システムにおいての増加が最大で117%であるのに対し、SCMシステムでは26%にとどまっている。SCMシステムは β の増加に対しても情報非共有システムほど大きな平均在庫量の増加は見られず、安定した結果が得られている。これは、SCMシステムが様々な資材の在庫管理に対応でき、特に保管費用に対して発注費用が相対的に高い場合の方がより有効であることを意味している。

(2) リードタイムが同一のケース

情報非共有システムとSCMシステムで全てのステージ間のリードタイムを同一とすることにより、現場の需要情報の共有化のみによる在庫削減効果を確認する。図-9はリードタイムが異なる場合と、同一にした場合のSCMシステムによる平均在庫削減率の比較を表している。これによりリードタイムを同一にした場合、異なる場合と比較し、平均在庫削減率が支社では1%、本社で26%、メーカーで20%低下することが確認できた。

本社・メーカーでは在庫削減率が半分以下に低下しており、需要情報の共有化とメーカーの在庫量・生産量情報の共有化の2つの在庫削減策のうち、メーカーの在庫量・生産量情報の共有化によるものが5割以上を占めていたことになる。ただ、需要情報の共有化のみによってもブルウィップ効果による影響を低減させることにより、いずれのステージでも10%以上の在庫削減が見込めることが示された。

(3) 現場を10ヶ所にしたとき

現場数を変化させた場合の在庫量の変化を確認する。図-10は現場数が2ヶ所の場合と10ヶ所の場合のSCMシステムによる平均在庫削減率の比較を表し

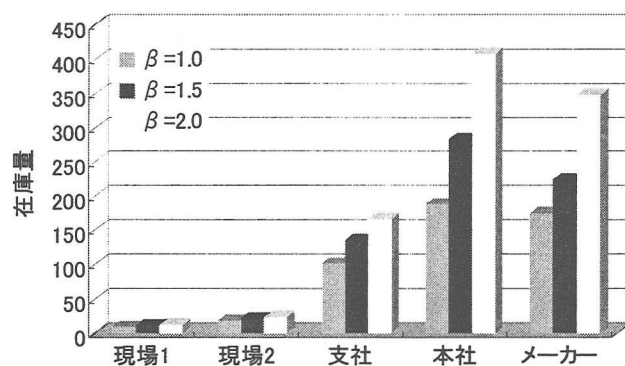


図-7 β を変化させたときの平均在庫量の比較（情報非共有システム）

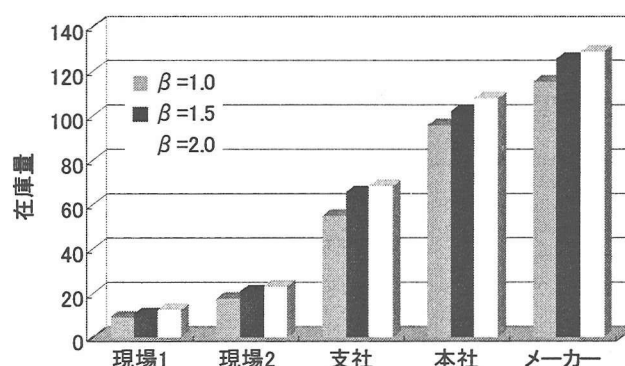


図-8 β を変化させたときの平均在庫量の比較（SCMシステム）

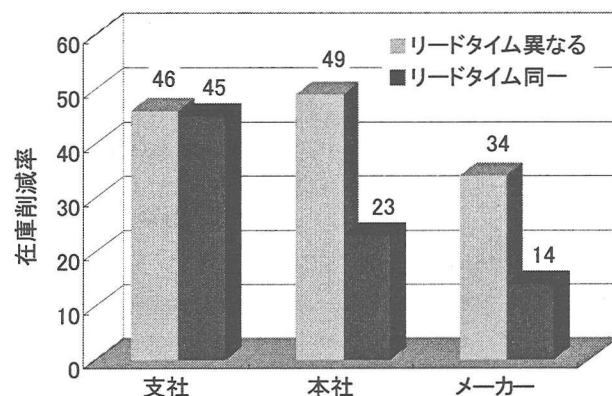


図-9 SCMシステムによる平均在庫削減率の比較（リードタイムの設定を変更した場合）

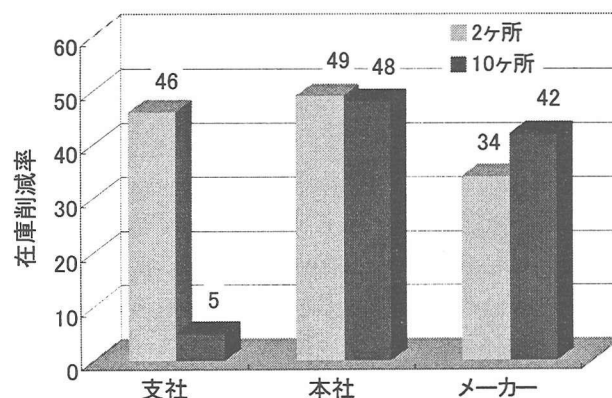


図-10 SCMシステムによる平均在庫削減率の比較（現場数を変更した場合）

ている。これによると、現場数が 10 ヶ所に増加した場合、2 ヶ所だった場合と比較し、平均在庫削減率が支社では 39%低下してわずか 5%になった。また、本社では在庫削減率が 1%の低下、メーカーでは 8%増加した。

支社で在庫削減率が大幅に低下したのは、現場数が増加したことにより、分散がプールされたことが原因であると考えられる。これにより、現場数が 10 ヶ所の場合は、ステージ全体として観測される分散が現場数が 2 ヶ所の場合と比較して相対的に縮小する。よって、支社で現場からの発注をもとに在庫管理をしている情報非共有システムと、現場の実需要をもとに在庫管理をしている SCM システムを比較すると、現場数が増加したことによる分散のプールされた量が情報非共有システムの方が大きいいため、SCM システムによる在庫削減率が低下したのと考えられる。また、本社・メーカーでは在庫削減率がほぼ同程度となったが、これは SCM システムでの需要情報の共有化の効果が顕著になったものと見て取れる。情報非共有システムにおいては、ひとつ下流のステージの発注量をもとに在庫管理をしているため、現場が増加したことによる分散がプールされる効果が本社・メーカーでは反映されない。これに対し、SCM システムでは現場の需要をもとに在庫管理をしているため、現場が増加したことによる分散がプールされる効果がいずれのステージにも反映されることになる。これが、本社・メーカーの在庫削減率の変化に現れたのと考えられる。

ここでは、現場数のみを変化させた。同様に支社数が増加した場合も、情報非共有システムにおいては分散のプールの影響でブルウィップ効果の程度は減少する。一方、SCM システムにおいては本社は支社の発注情報ではなく、現場の需要情報を元に在庫管理を行っており、支社数の変化の影響はないため、現場数を増加させた場合と同様に、支社数を増加させると SCM の効果は相対的に小さくなることが推測される。しかし、末端の需要情報が共有されず、需要情報が多段階になっていることがブルウィップ効果の大きな原因であることを考えると、サプライチェーンの中間に位置する支店数をいくら増加させても、情報非共有システムと SCM システムそれぞれの本社における在庫削減率が同程度となることはないと考えられる。

5. おわりに

サプライチェーンにおける過大在庫の問題を解消するため、建設産業において従来進んでいなかった SCM を導入した。さらに、建設産業での SCM による在庫削減の定量的な評価を行うため、在庫理論にブルウィップ効果の理論を組み合わせることにより、ゼネ

コン主導型のサプライチェーンにおける資材調達・在庫管理モデルを構築した。このモデルでは、現状を表す情報非共有システムと、需要情報の共有化によってブルウィップ効果の影響を低減することが可能である SCM システムのそれぞれで各ステージにおける在庫量を算出することができるようになった。また、サプライチェーンでゼネコンよりも上流に位置するメーカーの在庫量・生産量情報を共有化することにより、従来型のメーカー主導型とは異なるゼネコン主導型の SCM を建設産業のサプライチェーンに適用した。

シミュレーションで設定したサプライチェーンにおいては、SCM システムの適用によって、在庫量を現状の 30%以上削減できることを示した。また、SCM システムは、発注費用の保管費用に対する比である β の値が増加した場合により効果的であった。

以上より、ゼネコン主導型のサプライチェーンにおいて、SCM システムによる在庫量削減の有用性を定量的に表現することができた。

【参考文献】

- 1) David Simchi-Levi, Philip Kaminsky, Edith Simchi Levi : Designing and Managing the Supply Chain, McGraw-Hill Higher Education, 2000.
- 2) 輸送経済新聞社 : 流通設計 No.345, pp28-30, 1999.
- 3) 輸送経済新聞社 : 流通設計 No.340, pp38-42, 1998.
- 4) Lee, H., P. Padmanabhan, and S. Whang : The bullwhip effect in supply chains, Sloan Management Review 38 (3), pp93-102, 1997.
- 5) Lee, H., P. Padmanabhan, and S. Whang : Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect, Management Science 43, pp546-558, 1997.
- 6) Richard Metters : Quantifying the Bullwhip Effect in Supply Chains, Journal of Operations Management 15, pp89-100, 1997.
- 7) Peter Kelle, Alistair Milne : The effect of (s, S) ordering policy on the supply chain, International Journal of Production Economics 59, pp113-122, 1999.
- 8) Frank Chen, Zvi Drezner, Jennifer K. Ryan, David Simchi-Levi : Quantifying the Bullwhip Effect in a Simple Supply Chain: The Impact of Forecasting, Lead times, and Information, Management Science 46, pp436-443, 2000.

建設産業では、需要情報の非共有状態やリードタイムの存在が主な原因で起こるブルウィップ効果の影響によりサプライチェーンの所々で過大な在庫が生じている一方で、SCMは進んでいない。よって、建設産業でのSCMによる在庫削減の定量的評価を目的とし、在庫理論にブルウィップ効果の理論を組み込むことで、ゼネコン主導型のサプライチェーンにおける在庫管理モデルを構築した。シミュレーションではSCM導入により在庫量を現状の30%以上削減できることを示し、建設産業におけるSCMの有用性を示すことができた。

An Examination of Inventory Reduction by SCM for Construction Firms

by Tatsuya KIKUCHI, Kazuhiko ISHIGURO, Hajime INAMURA and Tomoki ISHIKURA

Since SCM isn't developed in construction industry, the bullwhip effect that is caused by decentralized demand information and lead time brings about overstock of materials in the supply chain. In order to evaluate quantitative effect of inventory reduction by SCM in construction industry, this paper constructs an inventory control model by combining the inventory policy with the theory of bullwhip effect in a supply chain under the leadership of general construction. The simulation analysis shows that SCM system achieves the reduction of inventory over 30% less than the system without SCM.
