RC 躯体工事における多能工導入事例の生産特性

ANALYSES ON THE PRODUCTIVITY OF MULTI-SKILLED TEAM IN THE REINFORCED
CONCRETE CONSTRUCTION SITE OF THE RESIDENTIAL BUILDINGS

蟹澤 宏剛*, 遠藤 和義**, 木村 義彦***

Hirotake KANISAWA, Kazuyoshi ENDO and Yoshihiko KIMURA

The introduction of Multi-skilled workers in real building construction projects is restricted. However, the recent industrial policies regard it as an important role of productivity improvement in construction industry and a future image of construction labour. This study arranges the references to Multi-skilled workers and analyses their characteristics on production through the on-site investigation and hearing to subcontractors. Finally this makes clear the condition in which Multi-skilled workers fulfil their function.

Keywords : Multi-skilled workers, Sub-Contractor, Construction Labour, Building Construction, Productivity,

Production Design

多能工, 専門工事業, 建設労働, 構工法, 生産性, 生産設計

1. 緒言

建築生産への多能工の導入に関する議論は、1990年代から継続的に様々なかたちでなされてきている。2000年に建設省(当時)が発表した「専門工事業イノベーション戦略」においても、複数の工事を横断的に施工可能な多能工は、建設産業の生産性向上の有力な手段、建設労働の将来像の一つとして位置付けられている。しかし、多能工には、実際のプロジェクトにおける普及や継続的な企業活動として確立しているとはいえない現状がある。

本論文では、まず、様々な解釈がなされている多能工の概念について既往文献の整理をおこない、考察対象とする多能工を同定する。次に、多能工により施工された超高層集合住宅のRC躯体工事の調査から得られたデータを分析・考察し、多能工および多能工を用いたプロジェクトの生産特性を抽出する。さらに、コンピュータ上での工程の再現によって在来職種との比較における多能工の相対的な特性を確認する。これらにより、多能工の生産上の特性を抽出し、多能工を有効に機能させるための条件整理をおこなうことが本研究の目的である。

2. 多能工の概念整理

多能工については従来から様々な捉え方がなされてきた。代表例は、労働省職業能力開発局長の私的研究会の報告書(文献1)におけ

表 1 建設業人材育成推進研究会における多能工の整理

多能工の目的
① 生産性の向上
② 事業範囲の拡大
③ 仕事の繁閑への対応力向上
④ 技術革新・新工法に対する適応力の向上
多能工の類型
① ある程度独立した複数の職種の技能を習得
② 密接に関連した複数の職種の技能を習得
③ 前後の工程など周辺の技能について補助的作業が行える程度に技能を取得

る整理であろう(表1)。このなかでは、職別工事業は類型③、総合工事業はこれと併せて類型②の多能工の育成が必要であるとしている。本論文では、こうした文献の調査および多能工を導入している専門工事業へのヒアリング調査²⁾により、多能工導入の理念、生産性、養成方法および養成コスト、ニーズへの対応、多能工のモラル等のフレームを設定し以下の3つの類型に整理した。

(1) 作業融通型多能工

複数の職種によって構成される施工チーム内、あるいは別の施工チーム間において、各々が専門とする作業を主としながら、手持などの時間を活用して他職種の領域を含む専門外の作業をおこなうもの。各職種のコア(特定の職種のコア・コンピテンス)の技能が要求される部分は「専門工」が担当するため、全体の稼働率が向上するとされる。

* ものつくり大学建設技能工芸学科 専任講師・博士(工学)

** 工学院大学工学部建築学科 助教授・工博

*** (株)制作設計 修士(工学)

Lecturer, MONOTSUKURI Institute of Technologist, Dr. Eng.
Assoc. Prof., Faculty of Eng., KOGAKUIN University, Dr. Eng.
Seisaku Sekkei Co., Ltd., M. Eng.

元請（ゼネコン）側は、職種間の調整や作業指示などの管理業務を軽減させることが可能になるが、専門工事業（サブコン）側は複数の職種の作業者を配下におく負担が生じる場合がある。

超高層集合住宅工事のように繰り返し型の工程が適用される場合には、コア作業とコア作業の隙間を埋めることが可能になる。専門工事業側が工事計画段階から参入し、構工法計画等に関与した場合には、さらに効果が発現しやすくなる。ただし、工事規模や施工速度によって、各専門工に連続的なコア作業がある場合には、多能工として機能する必要や余裕はなくなる。

(2) 属個人型多能工

複数の職種の技能を修得した多能工が、基本的には作業全体をおこなうとされるもの。行政、業界の指針等で示されている多能工の概念は、これに該当することが多い。工業化やシステム化が進展し、従来の職種や工種の区分と作業の対応が判然とせず、また、運搬、組立などの副次的作業の比率が高くなる場合に、有用な職種として位置付けられている。また、この場合、施工チームを多能工1人から構成できるため、リフォーム等の小規模工事や多職種を要する内装工事等で、各職種の作業に分解すると作業数量の小さい半端作業が発生する場合に向く。(1)の作業融通型多能工と同様に元請側には、管理業務軽減のインセンティブがある。専門工事業側にも受注範囲拡大の可能性が生じるが、多能工の養成は通常のOJT³⁾だけでは難しく、養成コストの発生、それに伴う経営規模拡大等のリスクが生じる。

(3) 非熟練型多能工

上記の2つの類型とはやや性質が違い、元請（ゼネコンやディベロッパー）が主導し、労務費の抑制を主な目的として採用される場合が多く、発注の連続性が前提とされているもの。具体的には、省力化、省技能化された構工法や作業計画に合致するよう養成、組織された作業者がマニュアル化された一連の作業をおこなう。養成の主体は元請側となる。作業には、専門イレベルのコア技能は特に必要とされないが、複雑な作業や状況判断を要する作業には向かない。ただし、これを多能工の範疇に含めるか否かは検討の余地がある。

3. 現場調査の概要

現場調査の概要および採取したデータの整理方法、加工方法等について以下に示す。

(1) 調査対象企業の概要

調査対象は多能工を直用⁴⁾している専門工事業である(表2)。いずれも企業内に職業訓練校を有している。多能工の給与形態は、O社は日給月給⁵⁾、M社は月給(固定給)である。

(2) 調査対象プロジェクトの概要

調査プロジェクトの概要を表3に示す。Mプロジェクトは、O社が過去に施工したものであり、現場代理人が基礎資料作成のために記録していたデータを整理することにより、現場調査における調査項目や分析ポイントの抽出等に活用した。

(3) 調査方法と記録内容

調査員1名につき作業者2~3名を割り当て、朝礼から作業終了まで分単位で作業内容を記録した⁶⁾。記録項目は、作業開始・終了時刻、所要時間⁷⁾、作業内容、作業場所、相番作業者等である。

調査期間は、1サイクル工程とした⁸⁾。予備調査は、調査員のバイアスをなくし、データを統一させるために実施したものである。

表2 調査対象企業の概要

	O社(東京都)	M社(埼玉県)
設立	1996年2月	1979年3月
資本金	2,000万円	1,000万円
完成工事高	約10億円	約7億円
従業員	146名	80名
許可業種	建築工事業、とび・土工工事業 大工工事業、鉄筋工事業	建築工事業、とび・土工工事業 大工工事業、鉄筋工事業 左官工事業、鋼構造工事業
雇用形態	直用	直用
給与形態	日給月給	月給(固定給)

表3 調査対象プロジェクトの概要

工事名称	Mプロジェクト	Aプロジェクト	Uプロジェクト
躯体工事担当	O社	O社	M社
主要用途	商業・事務所・共同住宅	事務所・共同住宅	店舗・共同住宅
構・工法略称	RC造(一部S造)	RC造	RC造(一部S造)
全体工期	1998.1~2001.3	2001.1~2002.4	2000.4~2002.7
地下+地上+塔屋	2+38+2	1+21	1+30+2
最高高さ(m)	120m	69m	107m
調査対象階	9階	9階	18階
調査対象階面積	619㎡	545㎡	530㎡
サイクル日数	7日	7日	6日
構造形式	ラーメン構造	ラーメン構造	ラーメン構造
柱構工法	ハーフPCa	ハーフPCa	在来
梁構工法	ハーフPCa	ハーフPCa	ハーフPCa
床:住戸部	ハーフPCa(現場製作)	ハーフPCa	ハーフPCa
床:バルコニー等	ハーフPCa	ハーフPCa	フルPCa(一部ハーフPCa)
CON打設構工法	V・H分離 ポンプ+ホッパー	V・H分離 ポンプ+ホッパー	V・H一体 ポンプ+ホッパー
タワークレーン	2機	1機	1機
備考	鉄筋は別会社	鉄筋は別会社	

表4 正規化後の調査データ(Aプロジェクト)

ID	日付	開始時刻 (時:分)	終了時刻 (時:分)	所要時間 (時:分)	作業内容	作業部位	作業対象 (工種)	詳細作業	作業名	階	場所
2	1	2001/8/8	8:25	8:25	0:00	開始	全体		開始	1	
3	2	2001/8/8	8:25	8:30	0:05	柱PCa固定部留	柱	PCa	材料	1	地上(8)
4	3	2001/8/8	8:30	8:32	0:02	柱PCa固定部留	柱	PCa	材料	1	地上(8)
5	4	2001/8/8	8:32	8:38	0:06	柱PCa固定部留	柱	PCa	材料	1	地上(8)
6	5	2001/8/8	8:38	8:39	0:01	柱PCa固定部留	柱	PCa	材料	1	地上(8)
7	6	2001/8/8	8:39	8:40	0:01	柱PCa固定部留	柱	PCa	材料	1	地上(8)
8	7	2001/8/8	8:40	8:45	0:05	柱PCa固定部留	柱	PCa	材料	1	地上(8)
9	8	2001/8/8	8:45	8:47	0:02	柱PCa固定部留	柱	PCa	材料	1	地上(8)
10	9	2001/8/8	8:47	8:56	0:09	柱PCa固定部留	柱	PCa	材料	1	地上(8)
11	10	2001/8/8	8:56	8:59	0:03	柱PCa固定部留	柱	PCa	材料	1	地上(8)
12	11	2001/8/8	8:59	9:00	0:01	柱PCa固定部留	柱	PCa	材料	1	地上(8)
13	12	2001/8/8	9:00	9:09	0:09	柱PCa固定部留	柱	PCa	材料	1	地上(8)
1128	1127	2001/8/8	16:29	16:33	0:04	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1129	1128	2001/8/8	16:33	16:54	0:21	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1130	1129	2001/8/8	16:54	16:59	0:05	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1131	1130	2001/8/8	16:59	17:05	0:06	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1132	1131	2001/8/8	17:05	17:06	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1133	1132	2001/8/8	17:06	17:07	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1134	1133	2001/8/8	17:07	17:08	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1135	1134	2001/8/8	17:08	17:09	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1136	1135	2001/8/8	17:09	17:10	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1137	1136	2001/8/8	17:10	17:11	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1138	1137	2001/8/8	17:11	17:12	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1139	1138	2001/8/8	17:12	17:13	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1140	1139	2001/8/8	17:13	17:14	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1141	1140	2001/8/8	17:14	17:15	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1142	1141	2001/8/8	17:15	17:16	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1143	1142	2001/8/8	17:16	17:17	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1144	1143	2001/8/8	17:17	17:18	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1145	1144	2001/8/8	17:18	17:19	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1146	1145	2001/8/8	17:19	17:20	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1147	1146	2001/8/8	17:20	17:21	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1148	1147	2001/8/8	17:21	17:22	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1149	1148	2001/8/8	17:22	17:23	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1150	1149	2001/8/8	17:23	17:24	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1151	1150	2001/8/8	17:24	17:25	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1152	1151	2001/8/8	17:25	17:26	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1153	1152	2001/8/8	17:26	17:27	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1154	1153	2001/8/8	17:27	17:28	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1155	1154	2001/8/8	17:28	17:29	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1156	1155	2001/8/8	17:29	17:30	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1157	1156	2001/8/8	17:30	17:31	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1158	1157	2001/8/8	17:31	17:32	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1159	1158	2001/8/8	17:32	17:33	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1160	1159	2001/8/8	17:33	17:34	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1161	1160	2001/8/8	17:34	17:35	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1162	1161	2001/8/8	17:35	17:36	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1163	1162	2001/8/8	17:36	17:37	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1164	1163	2001/8/8	17:37	17:38	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1165	1164	2001/8/8	17:38	17:39	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1166	1165	2001/8/8	17:39	17:40	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1167	1166	2001/8/8	17:40	17:41	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1168	1167	2001/8/8	17:41	17:42	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1169	1168	2001/8/8	17:42	17:43	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1170	1169	2001/8/8	17:43	17:44	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1171	1170	2001/8/8	17:44	17:45	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1172	1171	2001/8/8	17:45	17:46	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1173	1172	2001/8/8	17:46	17:47	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1174	1173	2001/8/8	17:47	17:48	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1175	1174	2001/8/8	17:48	17:49	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1176	1175	2001/8/8	17:49	17:50	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1177	1176	2001/8/8	17:50	17:51	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1178	1177	2001/8/8	17:51	17:52	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1179	1178	2001/8/8	17:52	17:53	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1180	1179	2001/8/8	17:53	17:54	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1181	1180	2001/8/8	17:54	17:55	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1182	1181	2001/8/8	17:55	17:56	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1183	1182	2001/8/8	17:56	17:57	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1184	1183	2001/8/8	17:57	17:58	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1185	1184	2001/8/8	17:58	17:59	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1186	1185	2001/8/8	17:59	18:00	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1187	1186	2001/8/8	18:00	18:01	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1188	1187	2001/8/8	18:01	18:02	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1189	1188	2001/8/8	18:02	18:03	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1190	1189	2001/8/8	18:03	18:04	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1191	1190	2001/8/8	18:04	18:05	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1192	1191	2001/8/8	18:05	18:06	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1193	1192	2001/8/8	18:06	18:07	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1194	1193	2001/8/8	18:07	18:08	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1195	1194	2001/8/8	18:08	18:09	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1196	1195	2001/8/8	18:09	18:10	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1197	1196	2001/8/8	18:10	18:11	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1198	1197	2001/8/8	18:11	18:12	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1199	1198	2001/8/8	18:12	18:13	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1200	1199	2001/8/8	18:13	18:14	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)
1201	1200	2001/8/8	18:14	18:15	0:01	梁PCa取付部留	梁	PCa	梁PCa	9	地上(8)

(4) データの整理と正規化

現場で採取したデータについて、調査員毎に時間の関係の整合、重複の排除、作業内容（用語）の統一、相番作業者の確定等の事項を考慮し、データの正規化をおこなった。結果、Aプロジェクトで4,567、Uプロジェクトで5,140の作業要素（データ）に整理された（表4）。1サイクルの出面、作業時間等を集計した結果を表5に示す。用語は以下のように定義している。

- 所定作業時間：昼休み⁹⁾を除いた総作業時間。早出や残業の程度により変動する。
- 所定休憩時間：10時前後と15時前後の一斉休憩¹⁰⁾。
- 正味作業時間：所定作業時間から所定休憩時間を減じたもの。
- その他休憩時間：トイレ、水分補給などの必然的休憩。
- 実作業時間：正味作業時間からその他休憩時間を減じたもの。

作業員一人あたりの「所定作業時間」は、Aプロジェクトで7:35:49（時間：分：秒）、Uプロジェクトで6:37:45であった。また「実作業時間」は、順に6:55:44、6:36:52であった¹¹⁾。これ以降の分析では、特に断りのない限り「実作業時間」を用いる。

(5) 在来職種の対応付け

既往文献¹²⁾から、システム化構工法が採用された超高層集合住宅における「在来職種」の対応状況を調査し、各作業要素に対して最も一般的と思われる「在来職種」を割付けた。既往データの割付けパターンは一様ではないが、各職種の日毎の作業を一定数量（半日）以上とし、基本的には工程表に記されるレベルの要素内において2職種以内の組合せとなるようにした。表6にAプロジェクトにおける各作業と在来職種の対応付けの一部を示す。

4. 調査データの分析

整理されたデータをもとに、まずは、システム化構工法の特徴について分析を加えることにする。

4.1 システム化（工業化）構工法の特徴

工程表に記される要素は、所謂段取りの範疇に含まれる作業や作業量の小さい半端な作業など、それに付随する様々な行為を包含している。所謂在来工法においては、これらの作業は請負契約される職種あるいは工種別の作業に含まれる暗黙裡の作業として処理され、実際の工程管理でも顕在化することはない。

しかし、システム化構工法においては、多様な構工法の選択が可能であり、それぞれに異なる付随的な作業が発生する。同種の構工法であっても、例えばPCa部材の割付け方法や接合部の位置によって発生する付随的作業の内容や数量は異なる。また、工程間のインターフェイス部では、どちらの工種・職種に属する作業が明確に区分することができない作業が発生する場合がある。これらは、実際に現場作業をおこなわないと判明しないものも多く、計画段階での工数把握や歩掛の設定、作業を担当する職種の割付けを困難にしている。本論文では、こうした作業群を「顕在化しない作業」と呼ぶ。

以下、「顕在化しない作業」を中心に考察を加えることにする。

(1) 顕在化しない作業の位置付け

表4に示したデータでは、例えば、工程表に「壁PCa」と記される作業は、ファスナー準備（運搬・荷解き・配置）、ファスナー取付（ボルト締め）、躯体・ファスナー溶接、ファスナー片付、PCa取付準備（親綱設置等）、PCa揚重、PCa取付、PCa・ファスナー溶接、

表5 現場調査の出面・作業時間（時間の単位は、時間：分）

	Aプロジェクト	Uプロジェクト
総出面数（人）	75	82
記録した要素の総数（データ数）	4567	5140
記録した総時間：A	655:27	649:08
昼休み：B	85:41	105:33
所定作業時間数：A-B	569:46	543:35
所定休憩時間：C	44:01	0:00
正味作業時間：A-(B+C)	525:45	543:35
その他休憩時間：D	6:05	1:12
実作業時間：A-(B+C+D)	519:40	542:23

表6 在来職種の対応付けの例（Aプロジェクト）

	作業名	主・付区分	在来職種
型枠工	床サポート解体	主作業	型枠大工
	床サポート揚重	主作業	型枠大工
	床サポート準備	付随作業	型枠大工
	床サポート取付	主作業	型枠大工
	床サポート取付準備	付随作業	型枠大工
高工	床PCa準備	付随作業	高工
	床PCa揚重	主作業	高工
	床PCa取付	主作業	高工
	床PCa溶接準備	付随作業	鍛冶工
	床PCa溶接	主作業	鍛冶工
	床PCa片付け	付随作業	高工

表7 作業要素の分類と区分

主作業 （16要素）	墨出、溶接、配筋、組立、解体、建込、充填、取付、取外、打設、玉掛、揚重、迫上、加工、ケレン、調整
付随作業 （8要素）	荷降、盛替、運搬、集積、仮置、準備、清掃、片付
非作業	移動、打合、手待、休憩（昼休、定期、トイレ等）

表8 工程表に示される作業要素と実際の作業要素

	Aプロジェクト	Uプロジェクト
工程表に示された作業要素	25	23
抽出された作業要素	115	72

表9 主作業・付随作業の割合（時間の単位は、時間：分）

	Aプロジェクト		Uプロジェクト	
	主作業	付随作業	主作業	付随作業
PCa	200:59	59:22	111:02	23:14
	77.2%	22.8%	82.7%	17.3%
仮設	49:33	8:26	19:08	0:00
	85.5%	14.5%	100.0%	0.0%
型枠	91:40	26:46	110:02	16:40
	77.4%	22.6%	86.8%	13.2%
コンクリート	20:27	48:52	28:08	8:52
	29.5%	70.5%	76.0%	24.0%
鉄筋	—	—	144:10	31:14
			82.2%	17.8%
鉄骨	—	—	2:30	0:19
			88.8%	11.2%
その他	0:00	13:35	0:00	47:04
	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
合計	362:39	157:01	415:00	127:23
	69.8%	30.2%	76.5%	23.5%

片付という9通りの要素に整理されている。

本論文では、抽出された作業要素を28通りに分類・整理し、区分を以下のように設定した（表7）。

- 主 作 業 : 工程表に記された作業に直接関係する作業を、その作業を構成する要素に分解したもの
- 付随作業: 主作業を実施する前後の部材・工具の運搬、段取り(荷解きや工具の準備等)、清掃、片付けなど工程表に記されない作業要素を抽出したもの

結果、表 8 に示すように、両プロジェクトとも一般的な工程表に記される要素の 3 倍以上の作業が抽出されることとなった。

(2) 付随作業の位置付け

主作業と付随作業の区分を精査した。例えば、「PCa 取付」と工程表に記された作業において、PCa 部材の不具合による修正(部材の加工)、「パネルゾーン型枠取付」に対する部材の寸法調整のための加工等は、主作業に該当する「加工」であっても付随作業に分類することとした。その他、工具や仮設材の荷揚げなど主作業の準備に該当する「揚重」の場合は付随作業とするなどの調整をおこなった。

結果、「付随作業」の割合は A プロジェクトで約 30%、U では 23% 強という割合を占めることとなった(表 9)。

(3) 在来的作業の位置付け

合理化を目的に、PCa や先組等を多用したシステム化構工法にも、PCa のジョイント部等には手加工を伴う「在来的作業」が発生することが少なくない。本論文では、以下の作業を「在来的作業」と呼ぶこととし、その時間・割合を集計した(表 10)¹³⁾。

- パネルゾーン型枠: 柱・梁・床の取合い部に設置する型枠
- ジョイント型枠: 梁・梁(小梁) PCa 接合部に設置する型枠
- 開口部立上り型枠: 設備の縦配管の開口部、階段室の周囲等に設置する型枠

結果、特に A プロジェクトでは、実作業時間比 17.2% というように、作業数量に比して大きな値を示すこととなった。U プロジェクトは、パネルゾーン型枠では同様の数値を示すが、構工法計画(生産設計)の差異により、梁・梁ジョイントが存在しないこと、階段室の周囲には立上り型枠が不要になるよう計画されていることなどの理由により合計値では A プロジェクトに比して 1/3 以下の値となった。

4.2 多能工の生産特性

多能工の生産特性について、いくつかの観点から以下に考察を加える。

(1) 多能工の稼働率

生産性や稼働率の捉え方は、既往の研究においても多様であり一元的に比較できるものではないが、本論文では、多能工の生産特性を図る一つの指標として、表 11 に示す算定式により求められる値を「稼働率」と呼び、1 日の所定作業時間に対する割合を算定した。非作業の内訳は表 12 に示す通りである。

結果、調査データの精度が分単位であり、秒単位の非作業が切り捨てられている可能性があることを考慮したとしても非常に高い稼働率となった¹⁴⁾。A プロジェクトの場合、所定休憩時間を除いた正味作業時間に対する割合では 92.3% となる。

比較可能なデータは少ないが、多工区同期化型の管理システムにおける調査データからこの稼働率を算定すると、80~93% の値になった(平均値は 81.2%)¹⁵⁾。多能工の稼働率は、元請(ゼネコン)側が合理化のために開発した計画・管理システムと比しても、同等あるいはそれ以上の値となることが示された。多能工による生産現場は、所謂自主管理によって運営されていることを鑑みると、高い稼働率は各々

表 10 在来的作業の割合(時間の単位は、時間:分/比率は実作業時間比)

	A プロジェクト			U プロジェクト		
	数量	時間	比率	数量	時間	比率
パネルゾーン型枠	23ヶ所	28:43	5.5%	21ヶ所	28:38	5.3%
ジョイント型枠	14ヶ所	45:49	8.8%	—	—	—
開口部立上り型枠	—	14:39	2.8%	—	—	—
合 計	37ヶ所	89:11	17.2%	21ヶ所	28:38	5.3%

表 11 多能工の稼働率

	A プロジェクト	U プロジェクト
所定作業時間数:A	569:46	543:35
非作業の時間:B	40:18	36:14
稼働率:(A-B)/A(%)	85.2%	93.3%

表 12 非作業の内訳

	A プロジェクト	U プロジェクト
移 動	7:55(19.6%)	10:12(28.2%)
指示・打合せ	8:32(21.2%)	15:35(43.0%)
休 憩	6:05(15.1%)	1:12(3.3%)
手 待	17:46(44.1%)	9:15(25.5%)
合 計	40:18(100%)	36:14(100%)

図 1 工種別作業内訳(A プロジェクト)

図 2 工種別作業内訳(U プロジェクト)

の作業者のモラルによるものと考えられる。

(2) 多能工の作業特性

多能工の作業特性を分析するために、作業員毎の、工種(PCa、鉄筋、型枠、コンクリート、仮設、その他)、職種(型枠、鉄筋、嵩、土工、墨出、鍛冶、その他)別の作業割合を集計した(図 1~図 4)。図中の UR3 等の記号は作業員コード、カッコ内には、所属班/第 1 位作業/第 2 位作業/第 3 位作業/経験年数の順で情報が表示されている。

「所属班」とは、O 社・M 社が作業および管理の単位として設定しているものであり、作業員コードの 2 文字目にこれが示されている。U プロジェクト(M 社)では、鉄筋および型枠班が仮設を兼ねる構成になっている。なお、A プロジェクトの「研修」とは、外国人研修生を示したものである。

「第1位作業」とは、その作業者が最も多くおこなった作業が属する工種あるいは職種を指す。(主)と(付)は、主作業・付随作業の略であり、第2位以下同様の意味である。(主)と(付)は、図の表現上の制約から一対で表示されているが、順位付けに優先関係はない。例えば図2のUF3は、第2位作業の(主)が0であるが、(付)が全体の2位に値することを示している。

こうしてみると、いずれの作業者も第3位までの作業で概ね80～90%の作業が充足されており、多能工の作業範囲は多くとも3つの工種あるいは職種ということになる。また、作業班の区分と第1位作業(特に工種)は必ずしも一致しておらず(特にAプロジェクトではこれが顕著である)、システム化構工法における職種・工種と作業の対応付けの難しさを示唆している。

多能工の類型については、第1位作業の多寡によりいくつかの特徴がみだせる。まずは、工種別にみた場合の特徴を示す(図1、図2)。

- 第1位主作業が60%を超えるものは、他の主作業をほとんどおこなっていない。
- 第1位主作業が50%前後のものは、その他の主作業を20%程度おこなうタイプと、その他の主作業はほとんどおこなわず付随作業を主におこなうタイプに分かれる。
- 第1位主作業が40%前後のものは、それ以外の主作業を一つ(15～20%程度)おこなうが、3つの主作業をおこなうものは少ない。
- 第1位主作業が30%前後になると、他の主作業を同程度おこなうようになる。また、3つの主作業をおこなう比率も増す。
- 第1位主作業の多寡と経験年数の間には明確な相関はないが、経験年数の浅いものは複数の主作業をおこない、付随作業の割合が相対的に高くなる傾向がある。

次に、職種別にみた場合の特徴を、主に工種との対比において記述する(図3、図4)。多くは、在来職種と工種の不整合に起因する事象と考えられる。

- 第3位作業までの作業で充足される率は職種別の方が高い。これは工種より職種が多いことと矛盾する。
- 図は第1位作業の比率の高い順に並べたものであるが、工種別の場合とはほとんど順位が一致しない。
- 所属する作業班と多能工の類型には相関はみられない。いいかえれば職種毎に類型上の特徴があるわけではない。
- Aプロジェクトでは、第1位作業の比率が非常に高い(70%程度以上)ものが多い。これは鉄筋工事が含まれない(別発注)ことにより、職種が減少しているためと考えられる。

(3) 相番作業

相番作業について分析した。ここで相番と呼んでいるのは、調査時に共同作業者が確認されているものを指し、並行作業は含まれていない。表中に記された「相番率」とは、各作業者の実作業時間に対する相番作業時間の割合を示したものである。また、マトリクス中の数値は、各相手との作業時間/相番作業をおこなった総時間(%)を記したものである。表13、表14にA、Uプロジェクトの全作業、表15にUプロジェクトのPCa作業について集計した結果を示す。

まず相番率であるが、Aは高く、Uプロジェクトは低い。これは、両プロジェクトの構工法の差異に所以していると考えられる。Aは、柱がPCaであり、かつ鉄筋作業が別業者への発注のため、PCa等の組立作業の比率が高くなり、相番作業の必然性が増す。これは、PCa

図3 職種別作業内訳(Aプロジェクト)

図4 職種別作業内訳(Uプロジェクト)

表13 相番作業のマトリクス(Aプロジェクト全作業)

	経年	AP1	AP2	AY1	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AT1	AT2	AT3	相番率
AP1	9		67	5	0	1	4	1	2	8	0	2	0	5	6	53.8
AP2	1	58		13	0	11	4	0	2	0	0	1	0	6	5	62.6
AY1	3	13	39		0	0	1	1	0	0	0	0	0	18	26	21.9
AF1	9	0	0	0		100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
AF2	9	1	29	0	0		10	3	17	12	24	0	1	1	1	25.2
AF3	8	13	16	2	0	0		2	0	0	7	60	0	0	0	16.4
AF4	8	1	1	0	0	6	1		83	0	7	1	0	0	0	41.0
AF5	7	3	3	0	0	2	0	90		0	0	1	0	0	0	37.1
AF6	23	35	2	0	0	34	0	0	0		1	7	0	7	7	29.3
AF7	4	0	0	0	0	21	8	20	0	1		8	0	5	32	33.0
AF8	7	5	3	0	0	26	43	2	2	4	5		0	9	0	29.2
AT1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		100	0	71.9
AT2	11	6	8	8	0	1	0	0	0	2	2	4	0		48	65.1
AT3	7	6	6	10	0	0	0	0	0	1	8	0	19	39		54.5

表14 相番作業のマトリクス(Uプロジェクト全作業)

	経年	UM	UP1	UP2	UF1	UF2	UF3	UF4	UR1	UR2	UR3	UR4	URS	UY1	UY2	相番率
UM	11		8	8	0	10	11	0	5	2	37	7	2	11	2	4.7
UP1	7	1		90	1	0	0	0	5	0	0	1	2	0	0	35.4
UP2	5	1	87		0	0	0	0	6	0	3	2	0	0	1	35.6
UF1	10	0	6	0		1	0	31	5	0	1	0	56	0	1	7.3
UF2	8	1	0	0	0		30	68	0	0	0	0	0	0	0	34.0
UF3	7	3	0	0	0	74		0	3	0	0	0	13	0	7	13.9
UF4	8	0	0	0	7	80	0		7	0	0	0	0	0	5	29.4
UR1	10	2	19	22	3	0	4	0		1	0	0	1	48	0	9.9
UR2	8	1	0	0	0	0	15	0	0		49	12	3	0	19	16.1
UR3	5	14	0	9	0	0	0	0	1	62		9	0	0	4	10.9
UR4	3	4	5	10	0	0	0	0	0	25	15		0	40	0	6.8
URS	2	1	8	0	57	0	27	0	0	7	0	0		15	0	6.9
UY1	7	10	0	0	0	0	0	0	3	0	0	63	24		0	4.5
UY2	3	1	1	3	1	0	8	14	45	24	4	0	0	0		12.6

作業班(作業コードの2文字目がP)の相番率が相対的に高いこと、表15に示したPCa作業では相番率が全体的に高くなることから裏付けられる。その他には、以下のような特質がみだせる。

- 作業全体でみれば、作業者の組合せは多様であり、特定の相手とのみ相番作業がおこなわれるわけではない。
- 特に、経験年数の浅い作業者は相番をおこなう相手が多く、また、同一作業班内の相判作業が相対的に少ない。
- 逆に、作業別にみた場合には、ある程度相手が固定される。
- 経験年数の浅い作業者の相番相手は必ず経験年数が大きい。逆に、経験年数の浅い作業者相互の組合せはほとんどみられない。
- 班毎の特徴としては、鉄筋班の相番率が相対的に低い。相番率の多寡と前項で分析した多能工の作業特性（類型）との間に何らかの相関はみられない。よって、相番作業の多寡は各々の作業者あるいは作業種別毎の特質である。

(4) 工程の再現と在来職種との比較

両プロジェクトの工程を、工程管理ソフトで再現した。表 16、表 17 は、多能工の出面の実績値と、それぞれの作業を在来職種がおこなったと仮定した場合の換算値を示したものである。人数（出面）の算定方法等については以下に示すとおりである。

- 在来職種の割付は、3. (5) で述べたとおりであり、詳細な作業要素毎に最も適応すると考えられる職種を対応付けたものである。
- したがって、ある時点における在来職種の人数の合計値は、多能工の実績値に一致する。
- 表に記した人数は、日毎の各職種の最大値である（例えば、A プロジェクト 3 日目、U プロジェクト 1 日目のある時点においては全員が型枠大工の作業をおこなっていたことになる）。
- こうして求めた各職種の人数の最大値を合計した値を「在来職種 MAX 値」と呼ぶ。

結果、この条件下においては、在来職種の総出面（在来職種 MAX 値）は多能工の 1.5～2 倍程度に増加することとなった。

図 5 は、U プロジェクトについて、職種別の換算値の推移を時系列に沿ってグラフ化したものであるが、各職種の人数は小刻みに増減し、また、異なる職種が同時に作業している状態であることがわかる。

これは、ラインバランシング等の調整を施していない段階での比較ではあるが、在来職種においてこの状態を実現するには、複数の職種を組み合わせたチーム編成（相番作業）や、異なる工種の並行作業を考慮した計画が必要になる。よって、少なくとも単一工区（工区分割をおこなわない）モデルにおいては、多能工による生産の合理性を示す一つの結果といえよう。

5. 結言

本研究で得られた知見をいくつかの観点に区分し以下にまとめる。

(1) システム化構工法の特性と多能工の生産特性

- システム化構工法には、顕在化しない作業が一般的な工程表に記される要素の倍以上ある。
- 特に、付随的作業は顕在化しないことが多いが、作業数量としては全体の 20～30%前後を占め、多能工はこれらを柔軟に消化することにより生産性を向上させている可能性が高い。
- システム化された構工法のインターフェイス部などには、「在来的作業」が発生し、作業数量に比して多くの時間を消費する。
- 「在来的作業」においては多能工の生産性は低下するが、構工法計画（生産設計）によっては、こうした作業を低減できる可能性がある。

表 15 相番作業のマトリクス(U プロジェクト PCa 作業)

	経年	UM	UP1	UP2	UF1	UF2	UF3	UF4	UR1	UR2	UR3	UR4	UR5	UY1	UY2	相番率
UM	11		50											50		1.9
UP1	7			89					8					2		48.4
UP2	5		89						10						1	76.4
UF1	10							20	3		1			77		24.2
UF2	8							100								46.3
UF3	7								33					67		7.4
UF4	8					7	93									54.2
UR1	10		21	24	1		4				1				48	30.0
UR2	8															
UR3	5					33				67						1.3
UR4	3													100		10.2
UR5	2		11			74		15								15.4
UY1	7	2											98			8.1
UY2	3				7					93						17.5

表 16 多能工の出面(実績値)と在来職種の換算値(A プロジェクト)

	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目	5 日目	6 日目	7 日目	合計
多能工(実績値)	13	11	10	10	11	9	11	75
高工	7	8	9	7	6	7	8	52
型枠大工	11	8	10	7	7	6	0	49
鉄筋工	0	0	0	0	0	0	0	0
土工	2	5	1	1	4	5	6	24
墨出し工	2	1	2	2	2	0	0	9
鍛冶工	0	2	0	1	1	2	3	9
ALC 工	0	0	0	0	0	0	0	0
在来職種 MAX 値	22	24	22	18	20	20	17	143

表 17 多能工の出面(実績値)と在来職種の換算値(U プロジェクト)

	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目	5 日目	6 日目	7 日目	合計
多能工(実績値)	14	14	14	14	14	12	—	82
高工	4	8	4	6	4	0	—	26
型枠大工	14	9	7	6	7	6	—	49
鉄筋工	4	7	10	8	7	5	—	41
土工	0	0	0	1	1	10	—	12
墨出し工	6	0	0	0	0	0	—	6
鍛冶工	0	0	1	1	0	0	—	2
ALC 工	3	0	0	0	0	0	—	3
在来職種 MAX 値	31	24	22	22	19	21	—	139

- システム化構工法において、顕在化しない作業まで考慮した場合、各作業要素に「在来職種」を全て合致させることは困難であり、柔軟に対応可能な多能工の生産特性が発現されている。

(2) 多能工の特質と生産特性

- 多能工の稼働率、いいかえればモラールは高く、手待や遊びはほとんど発生しない。
- 多能工の形態は多様であり一概に類型を設定することは難しい。また、経験年数等の要因によって類型は変遷する可能性がある。
- PCa 化等の構工法のシステム化が進展すると、チーム作業の必然性が増す。多能工のチーム編成は固定的ではなく、作業により適宜変化させることにより生産性を向上させている可能性が高い。
- チーム編成による作業には、経験年数の浅い作業者を補完する仕組みや OJT 機能が包含されている可能性がある。

図 5 Uプロジェクトにおける多能工の実績値と在来職種を対応付けた場合の各職種の人数の推移

(3) 多能工を有効に機能させるための条件に関する考察

本論文で考察された多能工のモラールや作業編成の柔軟性等の生産特性は、以下の条件のもとに成立している可能性が高い。

- 工事を受注した専門工事業は、躯体一式あるいはそれに準ずる形態で請負っているため、少なくとも躯体に関しては工事全体を主体的に管理・運営できる立場にある。
- よって、自らの努力により工程を効率化し、工期短縮を目指すインセンティブを有する。
- 多能工は同じ企業に直用されているので、協調的に作業をおこなうことが容易である。
- また、多能工は多能工を直用する企業の訓練校において教育・訓練を施されている。

したがって、多能工は単なる在来職種の代替としてではなく、ここまでに述べた生産特性を備えた一つの新しい生産システムとして捉える必要があると考える。そして、多能工が有効に機能するためには、少なくとも以下のような条件が考慮されている必要があろう。

- 多能工による生産を考慮した契約方式（広義には、専門工事業が生産設計や施工計画をおこなう段階から参入可能な方策を含む）
- 多能工による生産を考慮した計画・管理のあり方（狭義には、多能工による生産を考慮した構工法計画）
- 多能工を直用する専門工事業の位置付けや評価（狭義には、生産性の向上に対するインセンティブのあり方）
- 多能工として有効に機能するための教育・訓練のあり方（新卒者のみならず継続的な教育・訓練を含む）

注

- 1) 例えば、文献 1), 2), 5)。近年では 3), 4)などがある。専門工事業イノベーション戦略の策定過程においては、多能工の定義の曖昧さが指摘され議論されている（インターネットに公開されていた議事録による。現在は削除されており閲覧することはできない）。
- 2) 財団法人 建設業振興基金委託事業、マルチコントラクター協同組合「多能工の育成と活用についての調査研究委員会」における調査。ここでは、多能工導入の失敗事例についてもヒアリング調査している。なお、本論文は、調査研究委員会の成果（文献 6）にもとづいたものである。
- 3) On the Job Training の略。実現現場における従業者教育を指す。
- 4) 直庸と記す場合もある。社員あるいは社員に順ずる雇用形態であり、雇用者側には法定福利費等の経費負担が発生する。
- 5) 日当に実働日数を乗じ、月ごとに清算して月給として支払う形態。直用技能者の給与形態として広く採用されているものである。
- 6) 作業時間の測定は、朝礼終了後、所定の作業場所へ移動し、最初の作業を開始した時刻からとした。
- 7) 所要時間は、終了時刻－開始時刻（時間：分）とした。
- 8) A プロジェクトでは、盆休みをはさんで最終工程のコンクリート打設をおこなう変則日程になっている。
- 9) 午前の作業が終了した時刻から午後の作業が開始されるまでの間を昼休みと定義した。したがって、日々または作業ごとに多少の幅がある。A プロジェクトの作業員一人あたりの平均昼休み時間は 1:08:33、U プロジェクトでは 1:17:14 であった。
- 10) U プロジェクトでは一斉休憩は採用されていない。

- 11) U プロジェクトでは、最終日（2001/9/10）が台風接近のため 15:00 で作業を切り上げている。
- 12) 文献 7)～10)を中心に調査した。
- 13) 本調査では、床の高さ調整のための「段差型枠」については、両プロジェクトとも専用の鋼製型枠を開発し使用していたため「在来的作業」には含めていない。これを「在来的作業」にカウントした場合には、A プロジェクトで 17 時間 39 分（実作業時間比 3.4%）、U プロジェクトでは 2 時間 56 分（同 0.5%）が加わり、A で合計 106 時間 50 分（実作業時間比 20.6%）、U では 31 時間 34 分（同 5.8%）となる。
また、「開口部立上り型枠」の数量は、工事計画において見積もられていないため不明であった（作業としては明確に存在するので、顕在化しない作業の一つの典型であろう）。
なお、表中の「比率」は、小数点 2 桁を四捨五入しているため、3 項目の和と合計値には 0.1%の誤差が生じている。
- 14) 調査員が常時作業員を監視していることによる稼働率への影響は、前サイクルの実績データとの比較では 1 日あたり多くても 10 分程度（の短縮）であり、誤差の範囲内と判断した。
- 15) 文献 7) p.87 のデータによる。データが完備しているもののみを対象とした。サンプル数は 12 である。河谷は「非作業」を、手待、無作業、休憩、通過としている。

参考文献

- 1) 労働省：建設業人材育成推進研究会報告書，1998.6
(http://www.jil.go.jp/kisya/noryoku/980617_01_n/980617_01_n_kossi.html)
- 2) 建設省：建設産業政策大綱，1995.4
- 3) 建設省：建設産業構造改善推進 3 カ年計画，2000.5
- 4) 建設省：専門工事業イノベーション戦略，2000.7
- 5) 日本建設業団体連合会：建設工事における今後の職能の変化に関する調査報告書，1993.5
- 6) マルチコントラクター協同組合：多能工 ― 誕生から新たな活用事例まで ―，2002.5
- 7) 河谷史郎：「高層集合住宅の計画的生産のための多工区同期化構工法に関する研究」，東京大学学位論文，2001.7
- 8) 木本健二 遠藤和義 岩崎實 豊嶋一輝 岩下智：「モニタリングによる基準階工程の改善に関する研究」，日本建築学会「第 11 回建築生産と管理技術シンポジウム」論文集，1995.7
- 9) 岩下智 古坂秀三 遠藤和義 木本健二：高層集合住宅の生産計画・管理システムに関する研究 その 1 構工法別生産特性の分析と計画パラメータの設定，日本建築学会第 12 回建築生産と管理技術シンポジウム論文集，1996.7
- 10) 岩下智 古坂秀三 鎌田元信 高田一 児玉伸明 小島一誠：高層集合住宅の生産計画・管理システムに関する研究 その 2 PCa 工事の実態と生産管理方法の検討，日本建築学会「第 13 回建築生産シンポジウム」論文集，1997.7
- 11) 岩城弘和 安藤正雄他：一次下請業者にみる専門工事業の変化と人材育成の課題，日本建築学会「第 9 回建築生産と管理技術シンポジウム」論文集，1993.7
- 12) 日本建築学会：作業能率測定指針，1990.2
- 13) 木村義彦 遠藤和義：建築生産における多能工の実現性に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，2001.9
- 14) 室英治：建築生産の効率化と多能工，建築の技術「施工」，1996
- 15) PCa 技術研究会編著：プレキャストコンクリート技術マニュアル，彰国社，pp.162-163，1999.9
- 16) 蟹澤宏剛：こういう時代だから多能工について考えてみよう，建築の技術「施工」，彰国社，2000.11

(2002年7月10日原稿受理，2002年12月10日採用決定)