

プレキャスト建築技術の現状と将来展望

— 地球環境と建設業を取り巻く環境 —

福井 剛*

技術の価値はさまざまな社会情勢により大きく変化する。社会情勢を表す指標のなかで、労働集約産業色が強い建設業の場合は労働力事情が軽視できない。近年、建設技能労働者の新規就業者数の減少と高齢化が重なり、労働力不足が問題となっている。そのなかでも型枠大工の減少傾向は深刻で、近い将来に場所打ち RC の施工がままならなくなる可能性がある。一方、2015年12月に開催された気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）では、新しい国際条約であるパリ条約が採択され、このなかで、温室効果ガスの吸収源である森林の保全と強化が明記された。大量の南洋材を型枠せき板として用いる RC 構造にも変化が求められる。プレキャスト技術はこれらに対する解決策の一つであるといえる。プレキャスト技術の価値が高まることで、品質向上・品質管理の確実性と省力化・現場内外の環境対策といった、これまでコストに反映されてこなかったメリットが評価されるようになって考えられる。

キーワード：プレキャスト、労働力、型枠大工、温暖化

1. はじめに

鉄筋コンクリート造建築物の上部構造（1階床スラブより上の部分）の建設手順は以下のとおりである。

- ① 柱鉄筋を配筋する
- ② 柱型枠を組み立てる
- ③ 壁鉄筋を配筋する
- ④ 壁型枠を組み立てる
- ⑤ 梁型枠を組み立てる
- ⑥ スラブ型枠を組み立てる
- ⑦ 梁鉄筋とスラブ鉄筋を配筋する
- ⑧ コンクリートを打設する

以降、上層階で①～⑧を繰り返す

①③⑦は鉄筋工、②④⑤⑥は型枠大工と呼ばれる技能労働者が作業を行うわけだが、これらは基本的にすべてが現場での手作業である。大規模な現場や、工期が不足している現場では、これら2職種 of 技能労働者を大量に集めなければならないことになる。世間一般では、建設業は機械化やコンピューターによる業務のシステム化によって、労働集約型産業から資本集約型産業に変貌を遂げたとされているが、上述のように、鉄筋コンクリート造建築物の躯体工事はきわめて労働集約産業色が強いといえる。これを

脱却する手段のひとつが今回の特集であるプレキャスト技術であることはいうまでもない。

「これからは本格的にプレキャストの時代だ」「諸外国のように場所打ち工事は激減する」という予言を職場の先輩に教わったのが、私が社会人になった1995年のことである。プレキャスト製品工場を保有する会社であったこともあり、それからはプレキャスト工事の提案をかなりの件数で行い、低打率ながらも受注にこぎ着けてプレキャスト工事に携わってきた。さて、20年を経て世の中はどう変わったか。超高層 RC 建築物が多数建設されるようになり、多様なプレキャスト工法が開発・実用化されている。大型物流倉庫や大型競技施設もプレキャスト技術により建設される事例が増えてはきた。なのでプレキャスト化が進んでいないとはいわないが、「超高層」や「大型」が頭に付く、ある特殊な建築物に限定されている感があり、「本格的にプレキャスト」「現場打ちは激減する」という文言からはほど遠いのではないか。後日わかったことであるが、私に先の予言を教えてくれた先輩は、そのまた大先輩からこれを教えられていたようである。はて、私と先輩は大先輩にだまされていたのだろうか。

次節以降では、わが国の経済状況や労働者事情を中心にプレキャスト技術の普及に関係する時代背景について振り返る。その後にプレキャスト建築の今後について考えてみたい。本紙面で論ずることは、少々のデータと個人的な経験に基づくもので、プレキャスト建築を推奨したい偏った私見が少々含まれていることを最初にお断りしておく。

2. 建設業を取り巻く環境の今までとこれから

図-1はおそらくおなじみの図であるが、名目建設投資と建設業就業者数の推移を示したものである。名目建設投資はバブル景気後退期の1992年に84兆円のピークを迎えた後に下落し続け、18年後の2010年に42兆円で底打ちしている。ここ数年は少し盛り返してピーク時の4割減



* Tsuyoshi FUKUI

日本大学 理工学部
海洋建築工学科 准教授

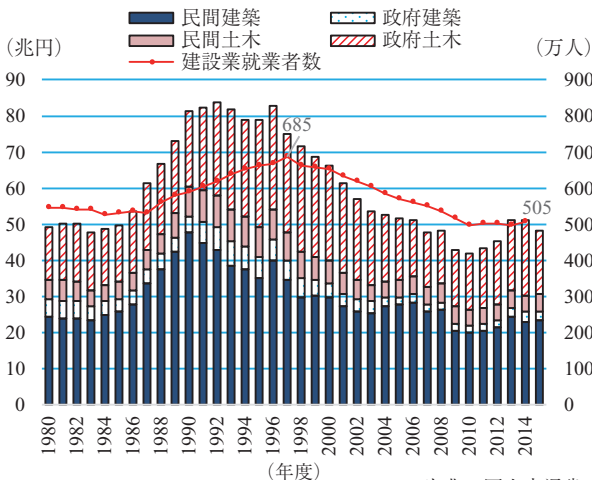


図 - 1 名目建設投資と建設業就業者数の推移

にあたる約 50 兆円で推移している。建設業就業者数は 1997 年に 685 万人のピークを迎え、建設投資の減少とともに減少し続け、現在では約 3 割減の 505 万人となっている。建設投資の減少よりは若干緩やかな減少傾向となっている。この数字だけ見ると労働者不足の問題は無いようにも見えるが、実態はここ数年、深刻な労働者不足の状況が続いている。労働者不足から工期限内に工事を完成させる見込みが立たずに入札が不調になる公共工事も頻発している。

図 - 2 は、建設技能労働者不足率の推移を示したものである。ここに示したデータは、型枠工（土木）・型枠工（建築）・左官・とび工・鉄筋工（土木）・鉄筋工（建築）の 6 職種合計値である。数値はプラスの値が大きいほど労働者不足、マイナスの値が大きいほど過剰であることを表している。経済状況と比較してみると、1986～1991 年のバブル景気によって 1991 年に不足率は 5% 超えの最大値となっている。その後、平成バブル不況の 10 年間ほどは若干の不足の状態が続いたが、1998 年からは転じて過剰気味の状態が数年続いた。金融不安をきっかけとする不況である。2002 年には IT 需要の回復などから戦後最長の好景気が訪れ、2005 年から一時的に不足感が強くなった。

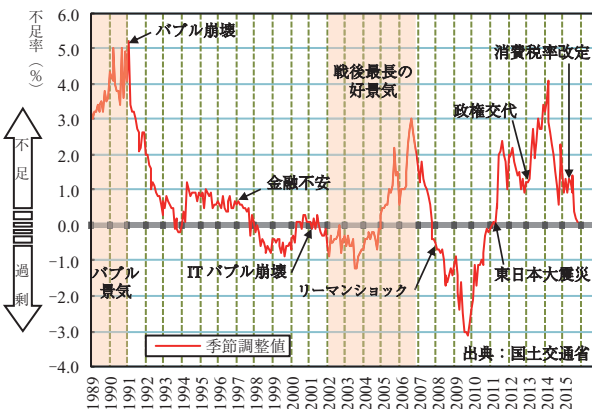


図 - 2 建設技能労働者不足率の推移

2007 年にはサブプライムローン問題が発生し、これが原因となるリーマンショックにより世界同時不況で不足率は -3% を超える過剰状態になるが、その後は回復した。2011 年の東日本大震災をきっかけに不足感が一気に高まり、2012 年末の政権交代、2013 年後半の消費税率改定前の駆け込み需要により人材不足が続いた。現時点（2015 年 11 月）では不足感は収まっているが東京オリンピック開催に伴う建設市場の需要拡大による人材不足も予想されている。

近年においては、2008 年以降に不足率の大きな変動がみられるが、図 - 1 からわかるように、この間の建設業就業者数はほぼ横ばいである。したがってこの間の不足率の変動は建設需要の動向のみによるものであるといえる。しかし本当に建設業就業者数は下げ止まったのだろうか。

図 - 3 は建設業全就業者に対する年齢階層別の就業者比率の推移を示したものである。高齢層として 55 歳以上、若年層として 29 歳以下を抽出した。建設業就業者数のピークである 1997 年の 3 年後となる 2000 年時点では、高齢層が全体の 25%、若年層が 20% 程度であったが、2003 年から高齢層比率が増加、若年層比率が減少し始めている。2012 年以降は高齢層が全体の 35%、若年層が 10% 程度で推移しており、急激な高齢化が進んでいることがわかる。

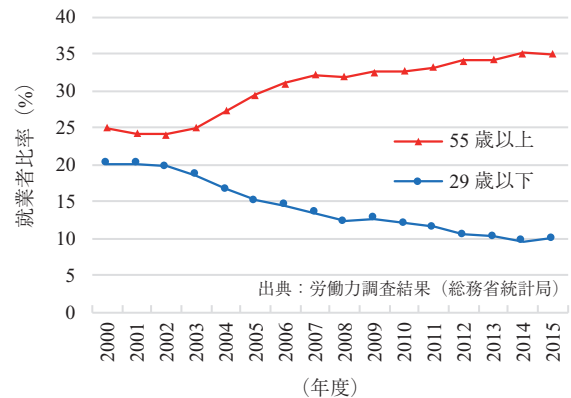


図 - 3 年齢階層別の建設業就業者比率の推移

図 - 4 は 2010 年以降における高齢層の建設業就業者比率推移の内訳を示したものである。この図より、55～59

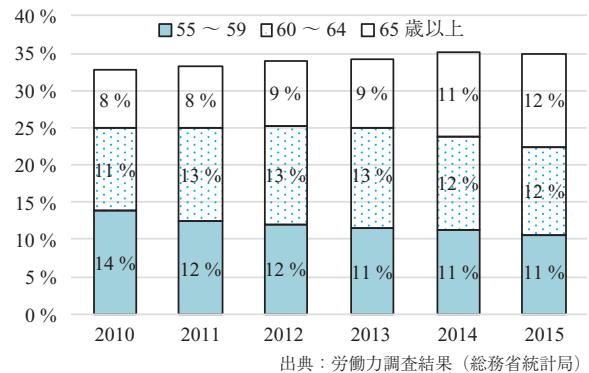


図 - 4 高齢層の建設業就業者比率推移の内訳

歳の比率は14%から11%に低下し、反対に65歳以上が8%から12%に増加していることがわかる。図-3によれば2010～2015年の55歳以上就業者比率は増加しているが、これは加齢により新たに55～59歳の階層に入る労働者が増えたわけではなく、65歳以上の高齢者が退職せずに頑張っているためである。近年の傾向を見ると29歳以下の若年層労働者の急激な増加も期待できそうもない。したがって、数年のうちに高齢層労働者の大量退職によって、一時的な建設業就業者数の下げ止まりは再び減少傾向を示すと考えられる。

ここ数年、前出の建設技能6職種の中なかで、型枠大工の不足感がもっとも強くなっている。現場では型枠大工の確保に相当苦勞していると聞く。図-5は、2010年の国勢調査における鉄筋工と型枠大工の就業者人数を年齢階層別に示したものである。鉄筋工は35～39歳の階層に労働者数のピークがみられるものの、全体としては階層による人数の差は少ない。一方、型枠大工は35～39歳と55～59歳の階層に2つの労働者数のピークが見られる。データは2010年のものなので55～59歳のピークはすでに60～64歳の階層に移行しているはずである。全体的な建設技能労働者の減少も問題であるが、あと数年のうちに訪れる可能性が高い型枠大工の急減は深刻な問題になると考えられる。

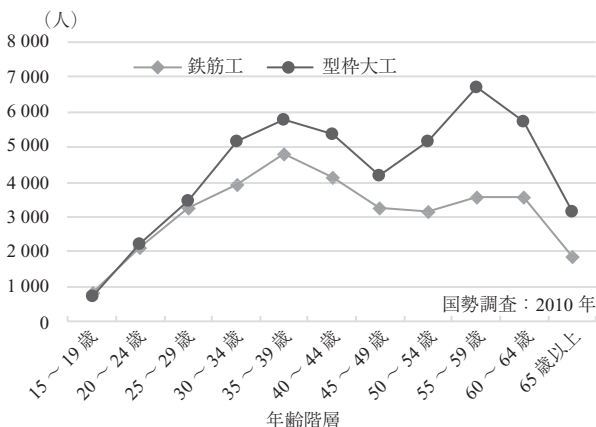


図-5 高齢層の建設業就業者比率推移の内訳

図-6は、わが国の人口の推移と将来予測である。棒グラフ内の数値は15～64歳の生産年齢人口を表している。生産年齢人口は1996年をピークに緩やかに減少し、現在に至っている。今後の予測値を見ると、10年で約10%減の早いペースで生産年齢人口が減少することになる。景気回復に伴い、建設業に新規に就業する若年層の増加も期待はできるが、全体人口が減少するなかでは効果は限定的であろう。一方、建設投資はインフラ維持更新などの公共工事が堅調に推移することが予想され、民間建築部門でも東京オリンピックをきっかけとした投資増が見込まれる。オリンピック特需が収まった後も労働者数の減少は続くため、仕事はあるのに人がいないという状態が慢性化する可能性が高いといえる。

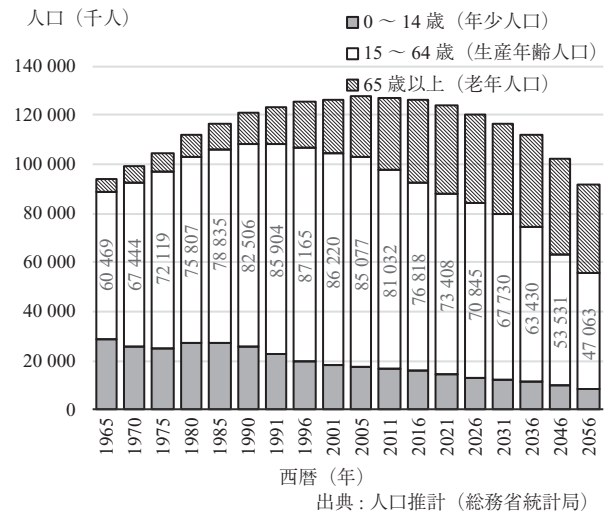


図-6 わが国の人口の推移と将来予測

3. プレキャスト技術を取り巻く環境

前節では、つらつらと建設業を取り巻く技能労働力環境について述べ、「コンクリート構造を造るための労働力が足りない。」「とくに型枠大工の不足が深刻である。」という結論を導いてきた。これは「もう解決手段はプレキャストしかないな」と行きそうだが、思い留まってプレキャスト技術を取り巻く環境について少し客観的に考えてみたい。

3.1 労働力不足

過去最高の建設技能労働者不足率はバブル景気時に生じているから(図-2)、労働力不足の一番の解決策がプレキャスト技術ならば、このときに普及していてもおかしくないはずである。当時、私はまだ学生だったので体験した話ではないが、鉄骨造建築物の省力化施工のためにPC合成床版が飛ぶように売れたと聞いた。PC合成床版はパンが飛ばせるうえに剛性があるため、鉄骨造建築物の小梁を省略することができる。重量があるためクレーン作業にはなるが、床版1枚あたりの面積が大きく架設に必要な時間はかなり短い。施工手順は以下のとおりとなる(写真-1)。



写真-1 PC合成床版架設状況

- ① 柱建方
- ② 大梁架設・ボルト本締め
- ③ PC 合成床版敷設
- ④ スラブ配筋
- ⑤ トッピングコンクリート打設

現場では基本的には支保工も型枠も必要ないためかなりの省力化になる。しかし、この頃のプレキャスト製造工場はどこも多くの仕事を抱えており、現場からの引き合いを断らざるを得ないことも少なくなかった。2倍3倍払うから作ってくれという話もあったとか無かったとか。まさにプレキャスト時代の到来だったのだが、4年ほどしか続かなかったバブル景気ではプレキャスト部材製造能力を高めるような設備投資も進まなかった。さらに悪いことに、バブル崩壊の1991年以降も建設技能労働者は6年間も増加し続け、過剰となった労働力により労務賃金が低下していった。結果的にプレキャストは割高感が強くなり採用される機会も減っていった。建設技能労働者不足率だけを考えれば、このバブル期と近年の状況は似ているが、今後は需要があるにもかかわらず労働力が減少していくという点が大きく異なる。しかもこの労働力減少傾向はかつて経験したことのないスピードで進む可能性を秘めている。

3.2 品質に対する要求

阪神淡路大震災や東日本大震災の発生により、建築物の耐震性能に対する一般市民の意識は大きく変わった。地震動ハザードマップなどもインターネットを通じて容易にみることができるようになり、自分の身にかかわるリスクを意識する人や企業も増えている。また、施工不良に起因するトラブルがマスコミ報道されたことにより、建築物の品質に対する要求は以前と比べ物にならないくらい高くなっている。安心できる良いモノを手に入れたいという要求は今後ますます強まると思われる。

3.3 環境問題

地球温暖化に対する環境問題が騒がれ始めてかなりの年月が経っており、全世界的に問題視されてきた。2015年12月にパリで行われた気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)では、温暖化問題に取り組むための仕組みを示した新しい国際条約であるパリ協定が採択された。パリ協定では、産業革命前からの平均気温上昇を2℃未満に抑えることが世界共通の長期目標に設定された。これを実現するためには、今世紀後半に人間活動から排出される温室効果ガスの量を地球が吸収できる量以下に抑える必要がある。その方策として、

- 1) 先進国を中心とする資金提供
- 2) 世界各国の活動状況の定期的な把握
- 3) 温室効果ガスの吸収源である森林の保全と強化

が明記された。また会議のなかで、わが国は2020年に年間1兆3000億円の途上国支援を行う旨の演説を行っている。環境に対する事業がよいよ本格的に動き出すことは確実である。なんとなくだった国民の環境に対する意識も急速に強くなるのではないだろうか。

4. プレキャスト技術に対する認知と実際

建設業に携わっている人のプレキャスト技術に対する認知はどんなであろうか。プレキャスト技術の存在を知っている人は大多数であるが、これを用いたことがある人というかなりの少数派のはずである。したがってプレキャスト技術が世の中で正しく認知されているとは思えない。大なり小なり誤解されていると思う。プレキャスト化すると、「工期は短くなるけどコストアップだな。品質が良いという人もいるけど現場打ちだって十分なマージンをとった品質管理をしているんだから優劣はないはずだ。環境負荷が小さいといわれるがコストアップしてまで必要以上に環境に気を使う必要はない。顧客も当然求めていない。」という感じが一般的にもたれているイメージではないだろうか。結果として、プレキャスト化する動機が明確な超高層集合住宅などでの採用に限定されているのである。

プレキャスト化するか否かの目安のひとつとして、建物の階数が用いられている。20～25階より高ければプレキャスト化が有利、つまり安いとされている。では、19階建てになると場所打ちが絶対安いからといえどそんな訳はない。プレキャストでも場所打ちでもほとんどコストが変わらないグレーゾーンがある。この場合はリスクをとらずに実績が豊富な場所打ちが採択されるのが自然である。しかし、これは本当に正解かという疑問である。やはりプレキャストには場所打ちにないメリットがある。同コストならばプレキャストという選択があってもよい。普段はコストに反映されないプレキャストのメリットを並べても見向きもされないのであるが、上述のグレーゾーンを意識して今回はあえてこれを挙げてみたい。

① 出来栄がよい。

鋼製型枠で作られた部材表面はやはり別格である。モノが違う感がある。主観であるが意匠性が求められる部分でも塗装のみで十分である。躯体精度も高い。

② 品質がよい。

コンクリートは工場内のプラントで練るのでスランプロスがないため、単位水量を抑えた固練りのコンクリートを用いる。結果として乾燥収縮が小さく中性化速度も遅い。維持管理上も有利。コンクリートの設計基準強度発現後に製品検査されて現場に搬入される。したがって施工のばらつきによる不良品はない。

③ 品質管理から解放される。

現場における部材寸法の精度管理や配筋状態などの品質管理が大幅に軽減される。日常的には書類上の管理になる。節約された時間をつかって、現場係員は建物の質を高めるための他のことができる。

④ ダメ工事が少ない。

型枠はらみやジャンカに対するハツリや補修工事が不要である。

⑤ 現場がきれい。

支保工をまったく用いない施工も可能。型枠ばらし時などに出るコンクリートがらや木片がないため、つねに現場が片付いている。安全管理面で有利。見学に来た顧客が安心する。企業イメージも向上する。

⑥ 産廃が少ない。

躯体工事に伴って現場内で発生する産業廃棄物が大幅に減る。産廃処分費の負担が減る。

⑦ 現場近隣環境

コンクリート打設が少ないため騒音やホコリが少ない。人の出入りが少ない。安全管理面でも有利。

以上が思いつくままにあげたプレキャスト工事のコストに反映されないメリットである。どの項目を見てもコストメリットがあると思うのは私だけではないはずである。実際にプレキャスト工事を提案した結果、当初は余計なことしてくれたなどといわんばかりの客先である現場所長が、工事が終わるころにはにこやかになっていたことは一度や二度ではない。

5. プレキャスト技術の将来展望

いうまでもなく建築物は建設地における一品生産物である。建築物がプレキャスト化に適しているか否かは諸条件による総合的な判断による。立地・敷地・構造計画・規模・部材運搬経路・揚重機の設置スペースから物理的にプレキャスト化が可能なのか。可能であれば、コスト・工期・労務事情・要求品質・デザイン・近隣対策・安全対策などのプレキャスト化に対する動機が満たされるのかを整理する必要がある。ここではこの物理的条件を満たす建築物を対象にして、これまでに述べてきたことを中心にプレキャスト技術の将来展望について考えてみる。これまで述べてきたことの中から、現状と将来予測について改めてまとめると以下のとおりである。

- 建設技能労働者の絶対数が不足している。
- 建設技能労働者の12%が65歳以上である。数年内に急減傾向が始まる。そのペースは10年で10%程度の減となる可能性がある。
- 建設技能労働者6職種のうちでもっとも不足感が強いのは型枠大工である。そして、高齢化がもっとも深刻なのも型枠大工である。
- 顧客が建築物に求める要求品質は年々高くなっている。
- 地球温暖化に関する環境問題対策は国際条約として今後本格化する。パリ協定では森林の保全と強化の方針が明記されている。
- コストに反映されていないプレキャスト化のメリットには実はコストメリットがある。

今後訪れる労働力不足はバブル期の短期的なものとは異なり長期的で、さらに年々進行していくであろう。型枠大工の減少は労務賃金の上昇と工期の遅延に直結する。森林保護の機運は高まることが必至で、型枠せき板に用いる南洋材価格が高騰することも容易に予想できる。また、南洋材を用いる企業に対する世論にも配慮する必要が生じるかもしれない。これらを原因とする場所打ちRCのコスト上昇は、超高層だけではなく中高層建物のプレキャスト化を求めるようになるだろう。

建設業に就業する若者の人数の同世代人口に対する比率は1995年に6.4%のピークであったが、2010年時点では半分以上となる2.4%に低下している。労働集約型のモノ造り産業に対する拒絶感があるのかもしれない。この観点

からも工業化手法であるプレキャスト化への転換は効果的である。

ではこの転換はいつから始まるのか。建設投資と労働力の推移が鍵となることは確かだが、近い将来であろうとしかいえない。だが、それまでに進めておくべきことはある。

1つ目は品質管理の強化である。工業化手法としてプレキャスト化が普及するとプレキャスト部材は単品生産の工業製品としての管理が求められるようになると考えられる。トレーサビリティの構築も検討すべきであろう。

2つ目は多能工の育成である。プレキャスト工事では、部材架設・配筋・鉄筋継手・軽微な型枠組立といった作業を複数受けもつ多能工が作業を行う。部材接合にプレストレスを用いる場合には、目地型枠・目地モルタル充填・PC鋼材緊張・PCグラウトなども作業に加わる。今後需要が増えるであろう多能工の育成が必要である。

3つ目は部材製造能力の強化である。建設投資額が減少していった中で、プレキャスト部材製造工場の数も減ってしまっている。今後、需要がある地域に集中すると製造能力を超えてしまう工場が出てくるのが想定される。かといって先の見通しがつかない状態で設備投資をすることも難しい。当面の解決策として、全国に散在している工場が連携することで工場群として製造能力を強化する方法が考えられる。

プレキャスト部材を用いた建築物を設計するうえで、日本建築学会から出版されている「現場打ち同等型プレキャスト鉄筋コンクリート構造設計指針(案)・同解説」が参考になる。一般的な部材分割と部材接合を想定するプレキャスト工事であれば同指針を用いることで設計が可能である。施工を含めたプレキャスト技術を学ぶ参考図書としては、PCa技術研究会編著の「プレキャストコンクリート技術マニュアル」、施工9月号別刊、彰国社や「プレキャストコンクリート技術の可能性」、コンクリートテクノ臨時増刊号313号、セメント新聞社がある。

6. おわりに

今回執筆するにあたって過去の雑誌などを眺めていたところ、ある筆者が学生時代に恩師から「これからはプレキャストの時代だ」と刷り込まれたと記述があった。1960年代前半のことだそう。この数年後には4階建ての壁式プレキャスト集合住宅が建てられ始めた。建設業労働者は年々増加し、建設投資もこれに負けない右肩上がり景気のよいプレキャスト時代だった。この筆者はだまされてはいなかった。冒頭に述べた、これとまったく同じ予言を私が聞いたのはこの筆者の30年以上も後の話である。私は・・・だまされたのかもしれない。でも、これまで見てきたようにいよいよプレキャスト時代なのかもしれない。建設投資はほぼ横ばい、労働者人口が減少という少しさみしい状況ではある。しかし、地球温暖化対策へ大きく貢献できる技術でもあるから暗い顔をする必要はない。求められる時代「新プレキャスト時代」を楽しんでいきましょう！

【2016年1月19日受付】