

平成 22 年度

解体工事に係る研究報告書梗概集

《研究発表会》

日 時 平成 22 年 7 月 23 日（金） 13 : 30 ~

会 場 鉄鋼会館（8F 会議室）

[東京都中央区日本橋茅場町 3-2-10]

社団法人 全国解体工事業団体連合会

[東京都中央区八丁堀 4-1-3]

— 趣 旨 —

この梗概集は、社団法人全国解体工事業団体連合会が実施する平成21年度の解体工事に係る研究助成金制度を活用した研究者の当該研究報告書に基づいて作成されたものである。

— 目 次 —

No.	研究テーマ	
	研究代表者 研究協力者	所 属
1	・ 階上解体工法における床版サポートに関する実験的研究	
	中田 善久 久保田 英樹	日本大学 理工学部・建築学科准教授 日本大学 理工学部建築学科
2	・ 超高層高強度鉄筋コンクリート造建物の発破解体工法に関する研究	
	藤掛 一典 福田 貴志	防衛大学校 システム工学群・建設環境工学科教授 防衛大学校 理工学研究科前期課程地球環境科学専攻
3	・ 建築解体工事における構造体コンクリート強度の調査方法に関する研究	
	中田 善久 大塚 秀三	日本大学 理工学部・建築学科准教授 ものづくり大学 技能工芸学部・建設技能工芸学科助教
4	・ 解体工事中における建物の安全性に関する研究	
	青木 孝義 湯浅 昇	名古屋市立大学大学院 芸術工学研究科准教授 日本大学 生産工学部・建築工学科准教授
5	・ 建設副産物の循環資源としての高付加価値・低環境負荷型再資源化システムの構築に関する基礎的調査研究	
	菊池 雅史 柳 啓	明治大学 理工学部・建築学科教授 (財)建材試験センター 兼、明治大学国内研究員
6	・ 建築解体工事の実情に関する調査	
	湯浅 昇 大塚 秀三 齋藤 俊克	日本大学 生産工学部・建築工学科准教授 ものづくり大学 技能工芸学部・建設技能工芸学科助教 日本大学 工学部

階上解体工法における床版サポートに関する実験的研究

日本大学理工学部建築学科 中田 善久

1. はじめに

前報に引き続き、本報は解体工事における安全なパイプサポートの設置方法の提案するために、行ったものである。ここでは、鉄骨鉄筋コンクリート造の解体工事時における油圧ショベルの作業動作が四角支柱に及ぼす影響を明らかにするため、実際の鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の解体現場において、解体作業時に四角支柱に生じるひずみの計測を行った。これらの結果を踏まえて、鉄骨鉄筋コンクリート造の解体工事における安全なパイプサポートの設置方法のフローを提案した。

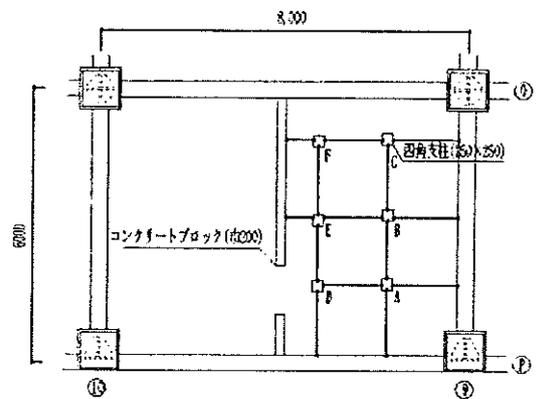
2. 実験概要

対象とした建築物の概要を図1に示す。計測を行った建築物は、東京都千代田区に建設されたもので、竣工昭和36年の築49年の建築物である。主要用途は、ホテル・事務所である。構造形式および規模は、鉄骨鉄筋コンクリートラーメン構造、地上9階建てである。また、最高高さは43.6mであり、最高軒高は43.2mである。

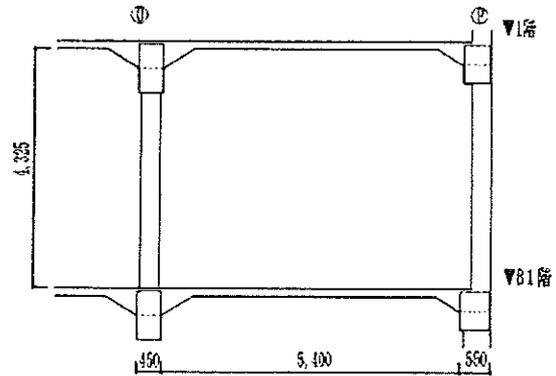
四角支柱の計測概要を図2に示す。使用したロードセルは、四角支柱にかかる荷重を想定し、最大荷重100kNのタイプを使用した。また、ロードセルの設置方法は、荷重伝達が正確に計測できるように各四角支柱の下端の中心に設置した。なお、今回の計測は、スパンのスパンセンターから線対象に荷重がかかることが想定されるため、スパンの半分のみを対象とした。

使用重機の仕様を表1に示す。計測は、油圧ショベルがB1F立上がり1Fのスラブを解体中に行っ

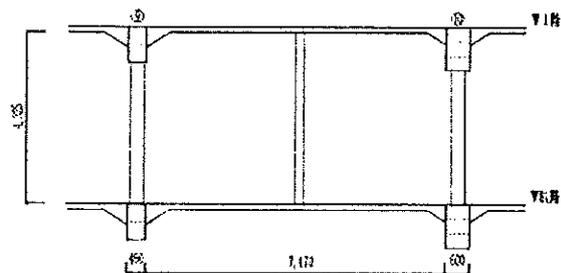
た。なお、四角支柱は、作業直下階に設置した。今回は、「油圧ショベルが乗っていない無負荷時」、「油圧ショベルの静止時」、「油圧ショベルの走行移動」、「ブームを支点にしキャタピラ部を昇降」、「アームを上下に昇降」の5パターンの計測を行った。



(平面図)



(短手断面図)



(長手断面図)

図1 対象とした建物の概要

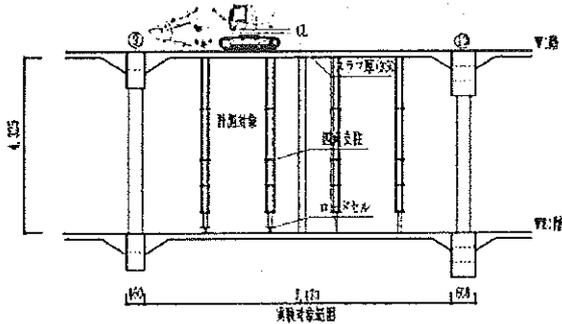


図2 四角支柱の計測概要

表1 使用重機の使用

項目	仕様	
機械質量 (kg)	7,920	
標準バケット容量 (m ³)	0.25	
標準バケット質量 (kg)	220	
接地圧 (kpa)	37	
寸法 (mm)	全長	6,070
	全幅	2,340
	全高	2,630
解体アタッチメント (大割機) の質量 (kg)	780	
作業時の重機の機械質量 (kg) ※1	8,480	

※1 (機械質量-標準バケット質量+解体アタッチメント質量)

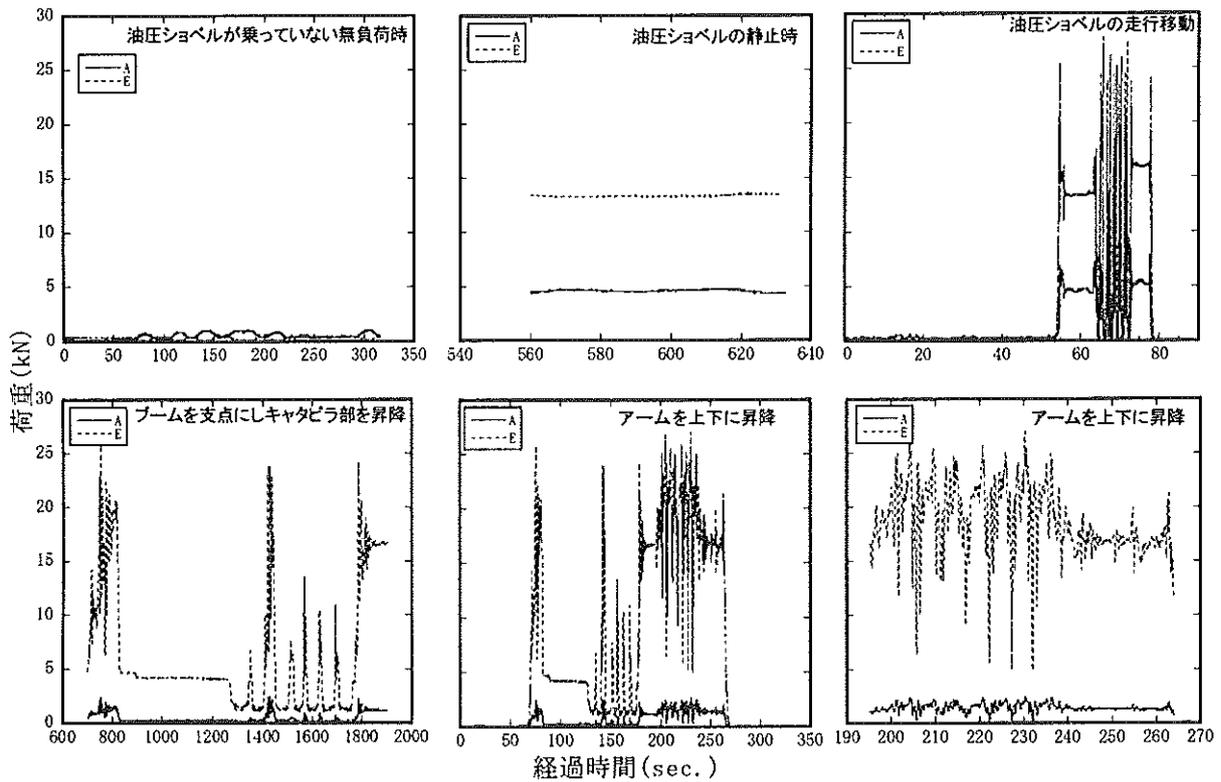


図3 経過時間と四角支柱にかかる荷重の関係

また、四角支柱は、建設現場において一般的な床補強に用いられるタイプを使用した。なお、変位は、天井高さにより異なることが考えられるため、計測対象範囲において実測した。

3. 結果および考察

(1) 油圧ショベルの各作業動作とひずみの関係

経過時間と四角支柱にかかる荷重の関係を図3に示す。なお、図中の荷重は、最も荷重が大きいと想定されるスパン中央のE点と最も荷重が小さいと想定されるA点のみ示した。四角支柱にかかる荷重は、四角支柱上で作業が行われず油圧ショ

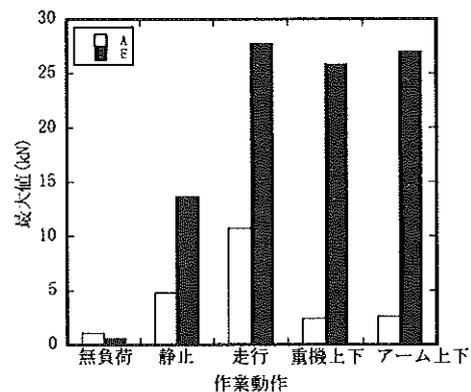


図4 各作業動作と四角支柱にかかる荷重

ベルが動かない場合は一定の値で変動しない傾向を示した。しかし四角支柱上で作業が行われ、油圧ショベルが動いている場合の値は変動する傾向

を示した。また、四角支柱にかかる荷重は、A点(スパン端部)よりE点(スパン中央)の方が大きくなる傾向を示した。これは、当然ではあるが柱などの構造部材から距離によるものと考えられる。また、A点(スパン端部)における四角支柱にかかる荷重は、油圧ショベルの走行させた際に最も大きくなる傾向を示した。これは、油圧ショベルが走行したことにより荷重点がA点(スパン端部)の直上に移動するためと考えられる。

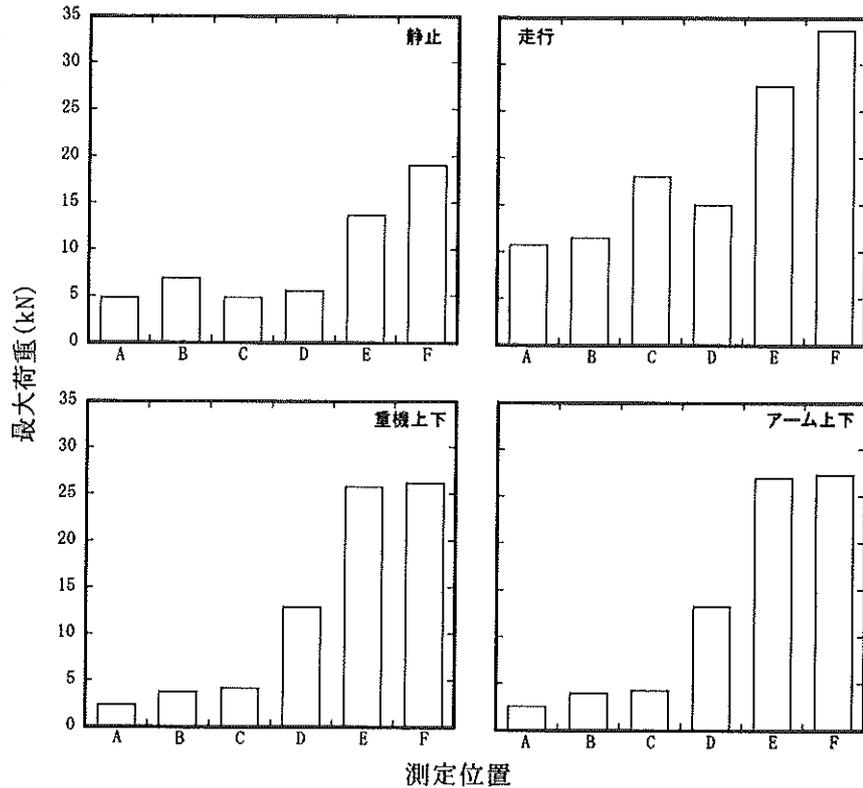


図5 同じ作業動作と四角支柱にかかった荷重

さらに、E点(スパン中央)における四角支柱にかかる荷重は、走行させた際とキャタピラを昇降させた際とアームを上下にさせた際でほぼ同等となる傾向を示した。これは、油圧ショベルの自重が関係してくるものと考えられるが、今後検討する必要がある。

(2) 油圧ショベルの作業動作と四角支柱にかかる荷重の関係

各作業動作と四角支柱にかかる荷重の関係を図4に示す。四角支柱にかかる荷重は、A点(スパン端部)よりE点(スパン中央)の方が大きくなる傾向を示した。これは、当然ではあるが柱などの構造部材から距離によるものと考えられる。また、A点(スパン端部)における四角支柱にかかる荷重は、油圧ショベルの走行させた際に最も大きくなる傾向を示した。これは、油圧ショベルが走行したことにより荷重点がA点(スパン端部)の直上に移動するためと考えられる。さらに、E点(スパン中央)における四角支柱にかかる荷重は、走行さ

せた際とキャタピラを昇降させた際とアームを上下にさせた際でほぼ同等となる傾向を示した。これは、油圧ショベルの自重が関係してくるものと考えられるが、今後検討する必要がある。

各測定位置と四角支柱にかかる荷重の関係を図5に示す。四角支柱にかかる荷重は、E点(スパン中央)とF点(スパン端部)が大きくなる傾向を示した。これは、E点およびF点上において油圧ショベルで作業が行われた事を示している。また、油圧ショベルの走行させた際に最も大きくなる傾向を示した。これは、油圧ショベルが走行したことにより荷重点がF点(スパン端部)の直上に移動するためと考えられる。さらに、E点(スパン中央)における四角支柱にかかる荷重は、走行させた際とキャタピラを昇降させた際とアームを上下にさせた際でほぼ同等となる傾向を示した。これは、油圧ショベルの自重が関係してくるものと考えられるが、今後検討する必要がある。

4. 鉄骨鉄筋コンクリート造における 安全なパイプ サポートの設置 方法のフローの提案

鉄骨鉄筋コンクリート造における安全なパイプサポートの設置方法のフローを図6に示す。このフローは、笠井らの既往の鉄筋コンクリート造におけるフローを基に鉄骨造に置き換え作成したものである。これは、床スラブを一方向スラブとして単純支持梁と仮定する。また、床荷重は強辺方向（デッキプレートの溝方向）に伝達すると仮定した。スラブ中央部の正曲げモーメントに対する検討として終局モーメントの算出について、市販されているデッキプレートを使用した床スラブの場合、中立軸が通常デッキプレート山上の平板部内にあり、鉄筋の許容応力度でスラブ許容応力度が決まる。この場合、日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（2003）」¹⁾に示されている床スラブの許容モーメント算出の略算式を使用でき、略算式を用いた²⁾。スラブ端部においては負曲げモーメントに対する検討を行った。

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 四角支柱にかかる荷重は、A点（スパン端部）よりE点（スパン中央）の方が大きくなる傾向を示した。
- (2) A点（スパン端部）における四角支柱にかかる荷重は、油圧ショベルの走行させた際に最も大きくなる傾向を示した。
- (3) さらに、E点（スパン中央）における四角支柱に

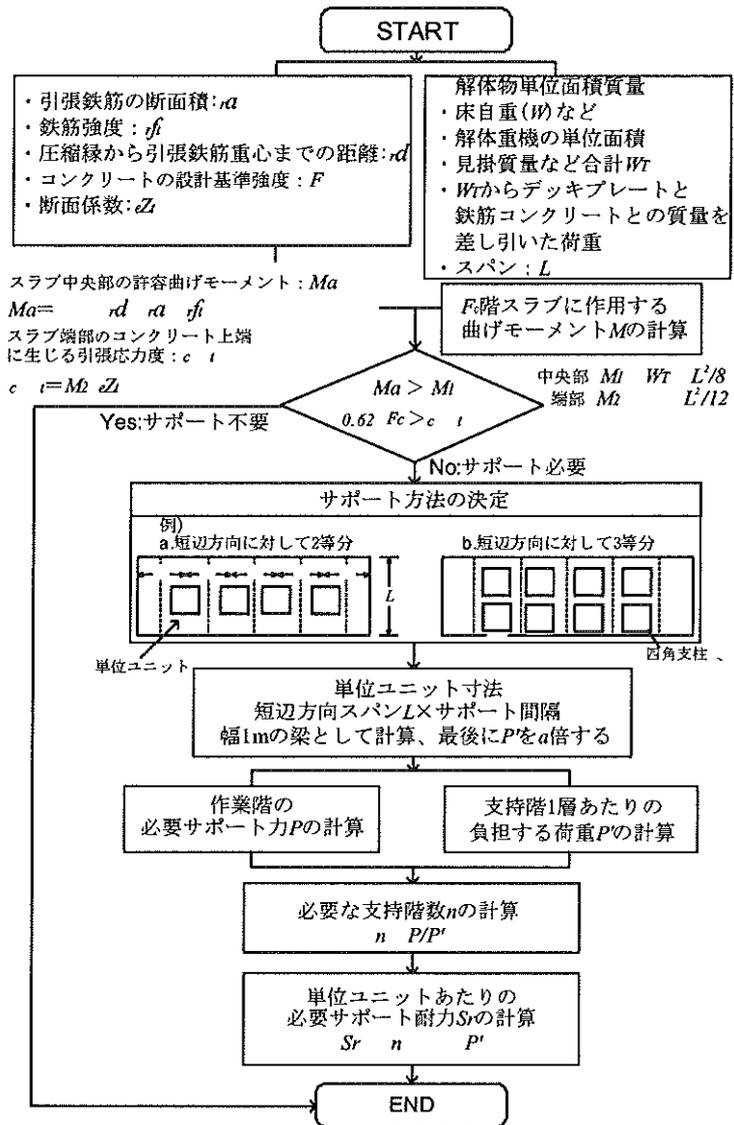


図6 鉄骨造における安全なパイプサポートの設置方法のフロー

かかる荷重は、走行させた際とキャタピラを昇降させた際とアームを上下にさせた際ではほぼ同等となる傾向を示した。

【謝辞】

本実験に際して、(株)大林組および日本大学理工学部建築学科中田研究室の学生に多大な協力をいただきました。ここに記して深謝いたします。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説，2003
- 2) 日本鉄鋼連盟：デッキプレート床構造設計・施工規準，2004

超高層高強度鉄筋コンクリート造建物の発破解体工法に関する研究

藤掛一典*

*防衛大学校システム工学群建設環境工学科
(〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20)

1. はじめに

1988年～1994年にかけて行われた旧建設省総合技術開発プロジェクト『鉄筋コンクリート造建築物の超軽量・超高層化技術の開発』（総プロ NewRC）の成果として、近年、圧縮強度 80N/mm^2 を超えるコンクリートを使用した超高層鉄筋コンクリート(RC)造建物が数多く建設されている。このような超高層の RC 建物の中にも耐用年数が経過すると解体を余儀なくされるものが現れると思われる。現状における超高層の RC 建物の解体方法としては、上部から順番に人力や油圧機械にて解体するのが一般的であると考えられるが、比較的施工期間が長く、振動・騒音・粉塵が問題になるとともに高所作業に起因した墜落や落下飛来物等の労働災害の発生が懸念されるとともに解体工期が長期にわたると考えられる¹⁾。

一方、欧米では超高層 RC 建物の解体に発破解体工法が適用されるようになってきている。発破解体工法は、少量の爆薬を利用して RC 建物の一部の柱や梁を部分的に破壊することによって建物に蓄えられている巨大なポテンシャルエネルギーを利用して進行性破壊を誘発させて建物を一気に崩壊させる工法である^{2) 3)}。発破解体工法では、一度、発破によって RC 建物を倒壊させることができれば、足場の良い地上から瓦礫を撤去することができるようになることから高い安全性を有しているといえる。また発破解体工法は、従来の圧砕解体工法に比べて解体施工期間と費用を約 40～60%程度節約することが可能であり、長期にわたる振動・騒音・粉塵等の問題も少ない^{4) 5)}等の多くの利点を有している。

このように前途有望な発破解体工法であるが、我が国の RC 建物に適用するに当たっては解決すべき問題も多い。その一つとして、欧米の RC 建物と比較して我が国の RC 建物には耐震性の観点から多くの鉄筋が配置されていることが挙げられる^{6) 7)}。これまでに、RC 建物中に配置される鉄筋量が発破解体における部材の損傷程度に及ぼす影響を調べた研究は少ないのが現状である。そこで本研究では、RC 柱部材を対象として、コンクリート強度、主鉄筋比、せん断補強筋比および爆薬量をパラメータとする発破試験を行い、発破試験後の RC 柱部材の損傷程度を定性的・定量的に評価することを目的とした。

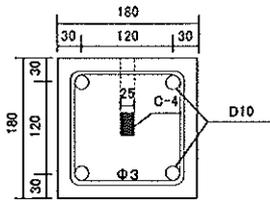
2. 鉄筋コンクリート柱試験体の発破試験

2.1 鉄筋コンクリート柱試験体

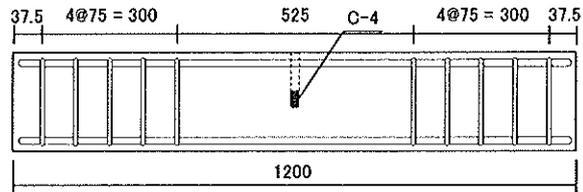
表-1 に本試験で用いる RC 柱試験体のコンクリート強度、主鉄筋比およびせん断補強筋比を示す。また、図-1～2 に RC 柱試験体の概要を示す。RC 柱試験体は $180 \times 180\text{mm}$ の断面寸法を有し、長さは $1,200\text{mm}$ である。主鉄筋ならびにせん断補強筋には、降伏強度 345MPa を有する異形鉄筋 D10 および降伏強度 400MPa を有する直径 3mm の丸鋼線をそれぞれ使用した。コンクリートの圧縮強度は 51.6MPa と 90.3MPa であった。

表-1 RC柱試験体の一覧

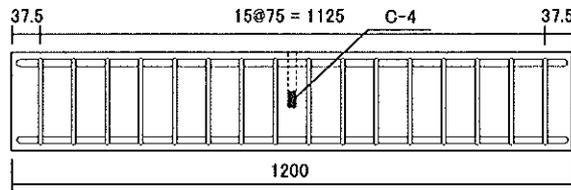
試験体名	主鉄筋比 (%)	せん断補強筋比 (%)	コンクリートの圧縮強度 (MPa)
P09H0-N	0.9	0	51.6
P09H10-N		0.1	
P09H26-N		0.26	
P25H0-N	2.5	0	
P25H10-N		0.1	
P25H26-N		0.26	
P09H0-H	0.9	0	90.3
P09H26-H		0.26	



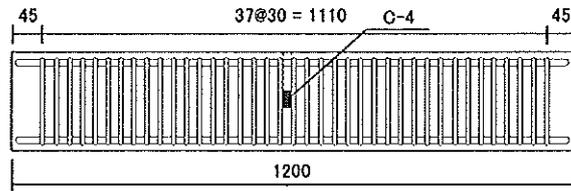
(a) 試験体の断面



(b) P09H0-NとP09H0-H試験体の側面



(c) P09H10-N試験体の側面



(d) P09H026-NとP09H26-H試験体の側面

図-1 主鉄筋比0.9%のRC柱試験体

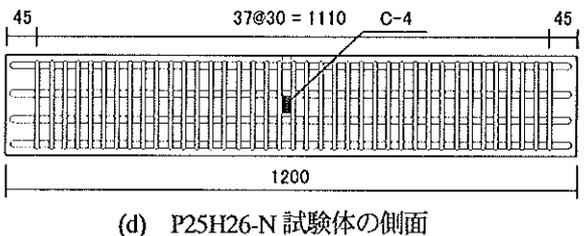
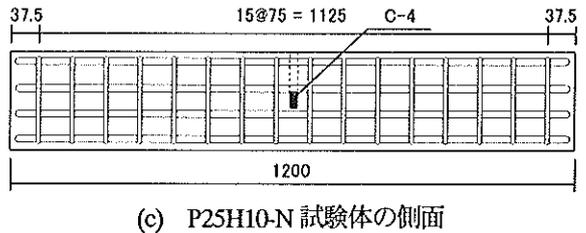
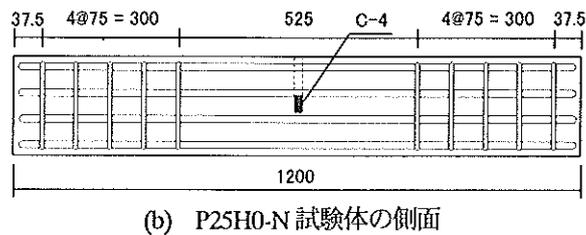
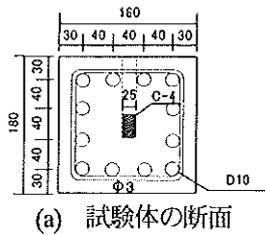


図-2 主鉄筋比2.5%のRC柱試験体

2.2 使用爆薬

本研究では、化学的安定性に優れ安全性が高いこと、および任意の形に容易に成形することができる点を踏まえてC4爆薬を使用することにした。C4爆薬はRDX(シクロトリメチレントリニトロアミン)を主成分(約91%)とし、可塑剤(セバシン酸ジオクチル等)を約9%程度混入して作られている。C4爆薬の爆速は、6,400~8,200m/sでダイナマイトのその約1.5倍である。

発破解体におけるRC建物の柱および梁部材を破壊するために必要な装薬量は、一般的に次式により算定されている⁹⁾。

$$L = C \times A \quad (1)$$

ここで、 L : 爆薬量 (kg), C : 発破係数 (kg/m²), A : 柱あるいは梁の断面積 (m²) である。発破係数 C は被発破体の性質、爆薬効力、充填状況により決まる。実験結果に基づいてダイナマイトの場合は0.25~0.5 kg/m²が推奨されている。しかしながら、C4爆薬を用いた場合の発破係数について調べた研究は見当たらない。C4爆薬はダイナマイトより爆速が約1.5倍大きいことから、ダイナマイトの場合の発破係数より小さくすることも可能と考えられる。

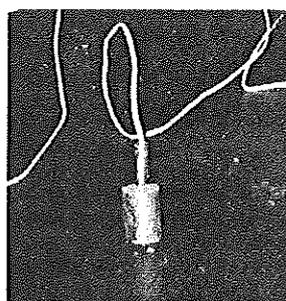
2.3 発破試験および残存耐力試験

本研究では、表-2に示すようにC4爆薬量、鉄筋比およびコンクリート強度を試験パラメータとする合計14ケースの発破試験を行う。発破係数は0.15, 0.4, 0.6 (kg/m²)の3つとし、それぞれの発破係数に対するC4爆薬量は式(1)から5, 13, 19.5 (g)と計算された。

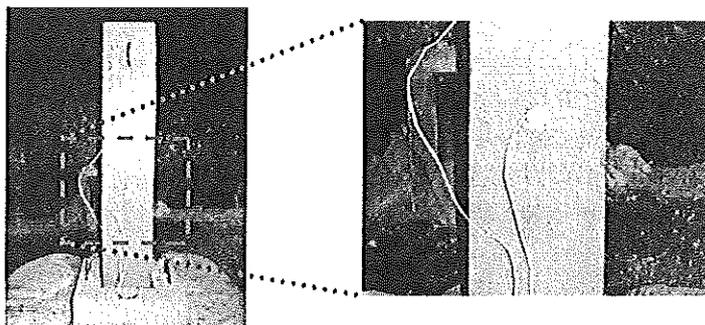
発破試験は、図-3に示すようにRC柱試験体を立てた状態で行った。所定の装薬量のC4爆薬に6号電気雷管を合わせたものをRC柱試験体の中央部に設けた直径25mmの円孔に装薬深さ90mmで装てんし、その孔口に充填材料として油粘土を用いて詰め物をした。その後、6号電気雷管によりC4爆薬を起爆させた。なお、表-2に示す試験ケースごとに2回発破試験を行った。

表-2 発破試験ケースの一覧

試験ケース名	発破係数 (kg/m ²)	試験体名
C15P09H10N	0.15	P09H10-N
C40P09H10N	0.40	P09H10-N
C60P09H10N	0.60	P09H10-N
C15P09H0N	0.15	P09H0-N
C15P09H26N	0.15	P09H26-N
C15P25H0N	0.15	P25H0-N
C15P25H10N	0.15	P25H10-N
C15P25H26N	0.15	P25H26-N
C15P09H0H	0.15	P09H0-H
C40P09H0H	0.40	P09H0-H
C60P09H0H	0.60	P09H0-H
C15P09H26H	0.15	P09H26-H
C40P09H26H	0.40	P09H26-H
C60P09H26H	0.60	P09H26-H



(a) C-4 爆薬と雷管



(b) C4 爆薬を装てんした RC 柱試験体

図-3 RC 柱試験体の発破試験

本研究では、発破解体により RC 建物の倒壊計画を行う上で特に重要となる発破試験後の RC 柱試験体の損傷の程度を定量的に評価するために、試験ケースごとに 2 体の発破損傷試験体を用いて図-4 に示すように残存圧縮耐力および残存曲げ耐力を、それぞれ調べた。また、それらの残存耐力と発破していない健全な RC 柱試験体の圧縮耐力あるいは曲げ耐力との比を残存圧縮耐力比および残存曲げ耐力比として評価する。

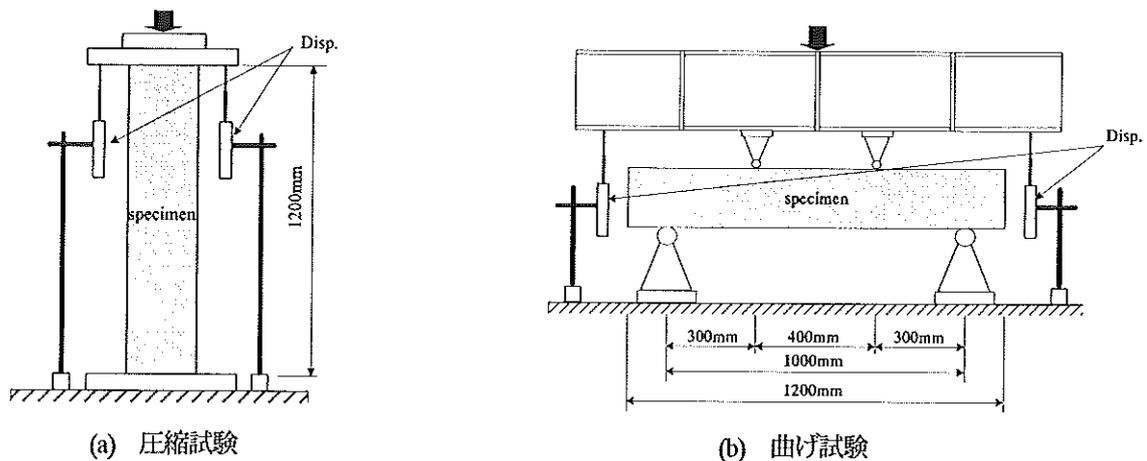


図4 残存耐力の評価試験

3. 発破試験の結果と考察

3.1 発破係数が RC 柱試験体の損傷に及ぼす影響

図-5~7 に Fc50P09H10、Fc90P09H0 および Fc90P09H26 の各 RC 柱試験体で発破係数を 0.15、0.4、0.60kg/m² と変えた発破試験で得られた試験体の損傷状況を示す。図-5、6 に示すように Fc50P09H10 ならびに Fc90H09H0 試験体では発破係数 C=0.15kg/m² を用いてもコアコンクリートは破碎され完全に掃われている。一方、せん断補強筋比が 0.26% の Fc90P09H26 試験体では、発破係数 C=0.15kg/m² を用いた場合には十分な損傷が得られず、十分な損傷を期待するためには発破係数に 0.4 または 0.6kg/m² を用いる必要があることがわかる。また、図-5~7 に示すように破碎されるコンクリートの体積は発破係数が大きくなるほど大きくなることがわかる。ただし、発破係数を増加させても爆薬設置近傍のせん断補強筋は吹き飛ばされるものの主鉄筋が切断されることはない。

図-8、9 に Fc50P09H10、Fc90P09H0 および Fc90P09H26 の各試験体を用いて得られた発破試験後の残存耐力比と発破係数の関係を示す。コアコンクリートが完全に吹き飛ばされた Fc50P09H10 試験体の残存圧縮耐力比および残存曲げ耐力比は、発破係数の違いによらずそれぞれ約 2% および 12% 程度と小さな値になっている。一方、せん断補強筋比 0.26% を有する Fc90P09H26 試験体では、発破係数 C=0.15kg/m² の場合の残存圧縮耐力および残存曲げ耐力比はそれぞれ 11% と 68% と大きな値になっている。これらの図から、発破試験後の RC 柱試験体の残存耐力比を十分に小さくするためには発破係数に 0.4~0.6kg/m² の値を用いる必要があることがわかる。

3.2 発破試験における RC 柱試験体の損傷に配筋が及ぼす影響

図-10 および 11 に一定爆薬量(発破係数 0.15kg/m²)を用いた発破試験ケース C15-Fc50P09H0、C15-Fc50P09H10、C15-Fc50P09H26、C15-Fc50P25H0、C15-Fc50P25H10 および C15-Fc50P25H26 で得られた RC 柱試験体の損傷を示す。これらの図から、主鉄筋比やせん断補強筋比が増加するほど、鉄筋の拘束効果により破碎されたコアコンクリートが掃いきれずに残る傾向にあることが分かる。また、主鉄筋の露出長はせん断補強筋比が増えるにしたがい小さくなる事がわかる。

図-12 に残存耐力比とせん断補強筋比の関係を示す。残存耐力比はせん断補強筋比および主鉄筋比の増加に伴い増加していることがわかる。残存圧縮耐力比は最大でも約 20% 程度にしか至っていないのに対して、残存曲げ耐力比は最大約 60% まで及んでいる。したがって、せん断補強筋量が多い RC 構造物の発破解体を実施する際には、事前にせん断補強筋を切断する等の事前処理が必要であると考える。

3.3 発破試験における RC 柱試験体の損傷にコンクリート強度が及ぼす影響

図-13 に残存耐力比とせん断補強筋比の関係にコンクリート強度が及ぼす影響を示す。図より、せん断補強筋比 0% の場合には残存耐力の違いがほとんどないが、せん断補強筋比 0.26% においては圧縮強度 51.6MPa と 90.3MPa の残存耐力比は約 4 倍、残存曲げ耐力比は約 2 倍にも及んでいることがわかる。したがって、せん断補強筋比を事前処理せずに発破に必要な爆薬量を求める際には、コンクリートの強度を考慮する必要があるといえる。

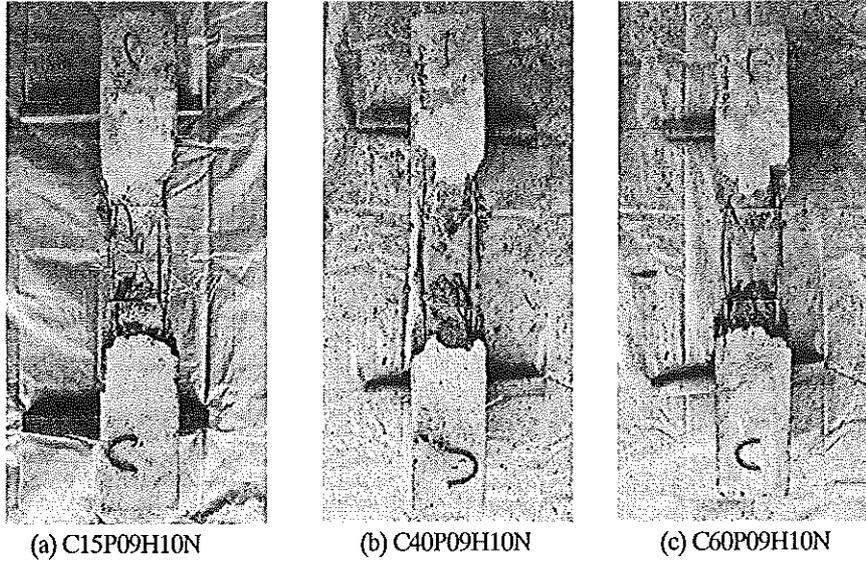


図-5 P09H10-N 試験体に対する発破係数の影響

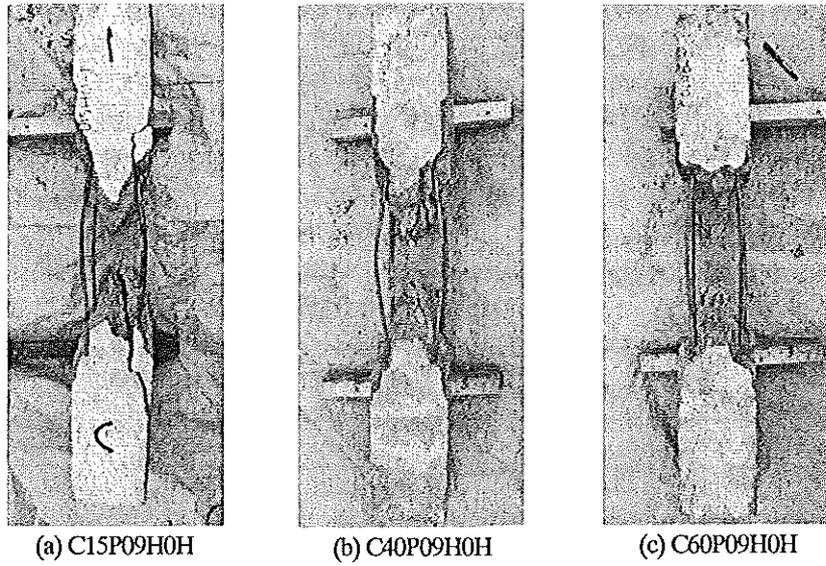


図-6 P09H0-H 試験体に対する発破係数の影響

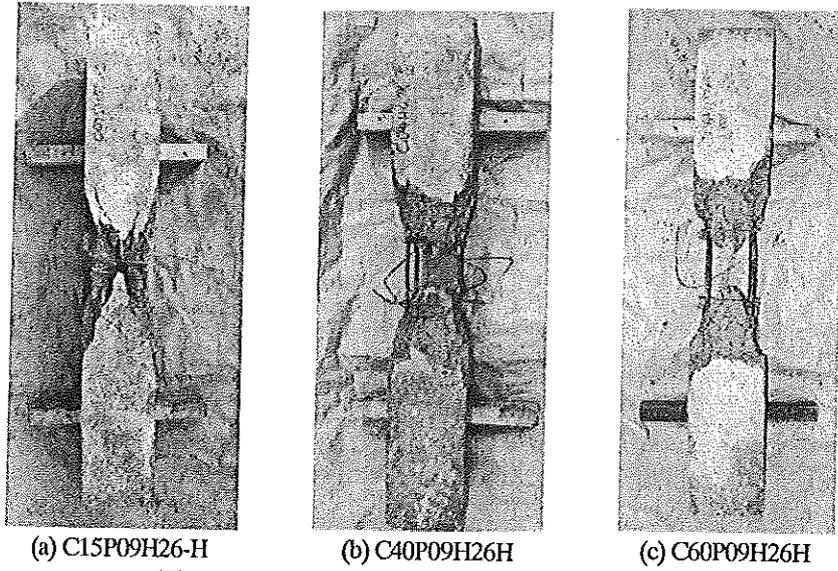


図-7 P09H26-H 試験体に対する発破係数の影響

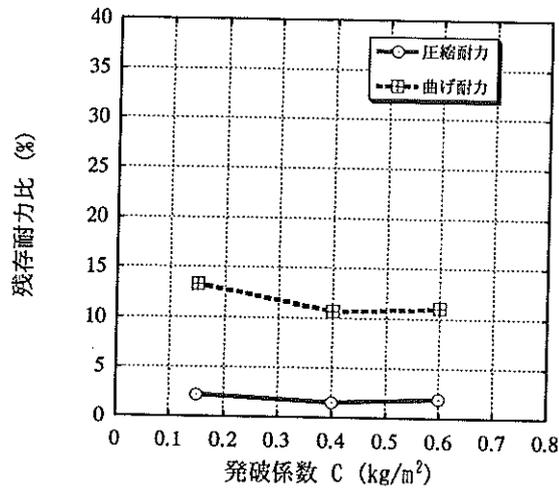
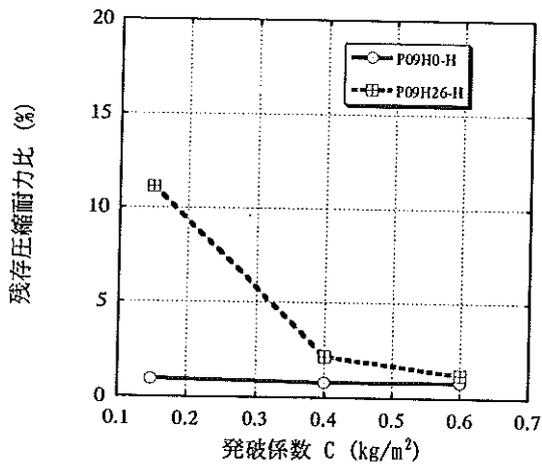
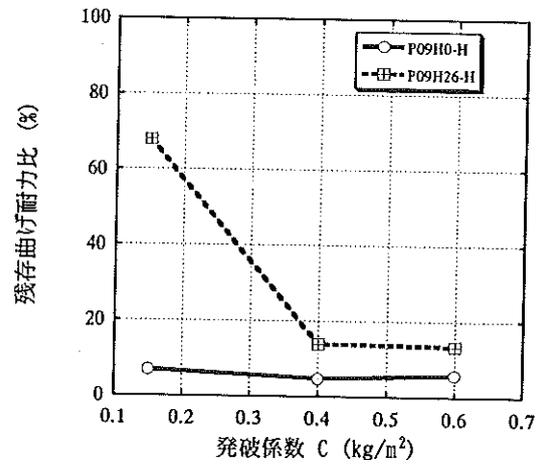


図-8 残存耐力に発破係数が及ぼす影響(P09H10-N 試験体)



(a) 残存圧縮耐力比



(b) 残存曲げ耐力比

図-9 残存耐力に発破係数が及ぼす影響(P09H0-H と P09H26-H 試験体)

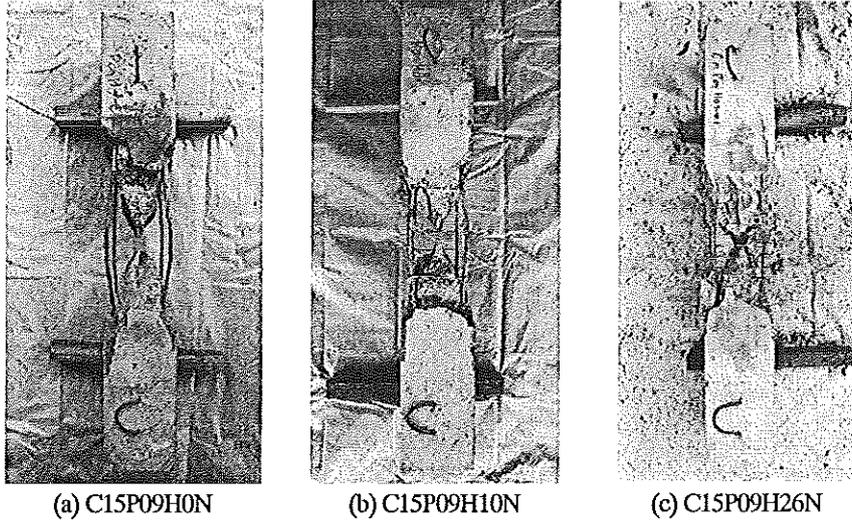


図-10 圧縮強度 51.6MPa と主鉄筋比 0.9%を有する RC 柱試験体の損傷にせん断補強筋比が及ぼす影響

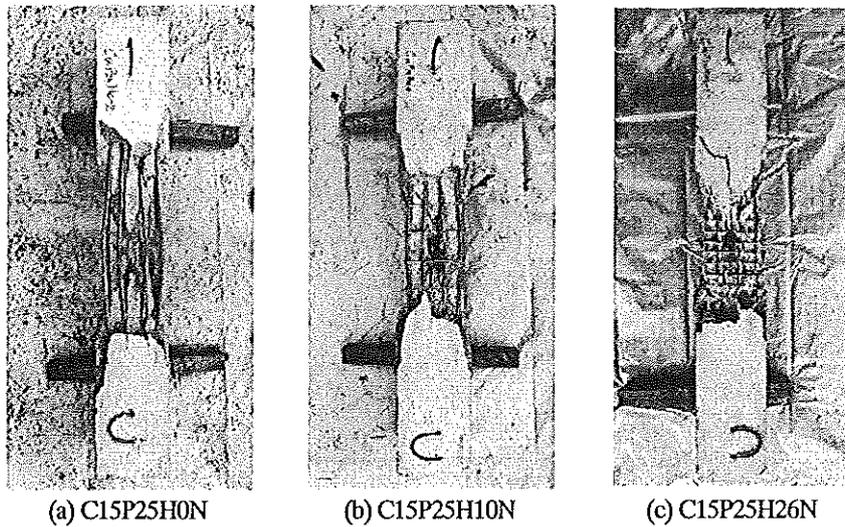
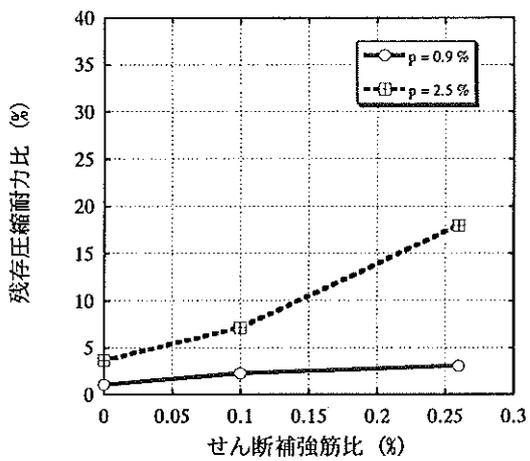
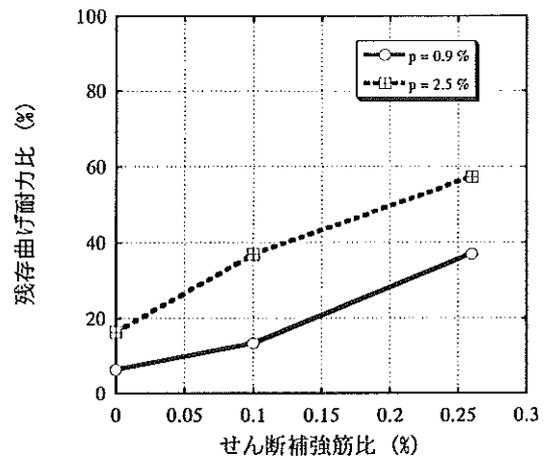


図-11 圧縮強度 51.6MPa と主鉄筋比 2.5%を有する RC 柱試験体の損傷にせん断補強筋比が及ぼす影響

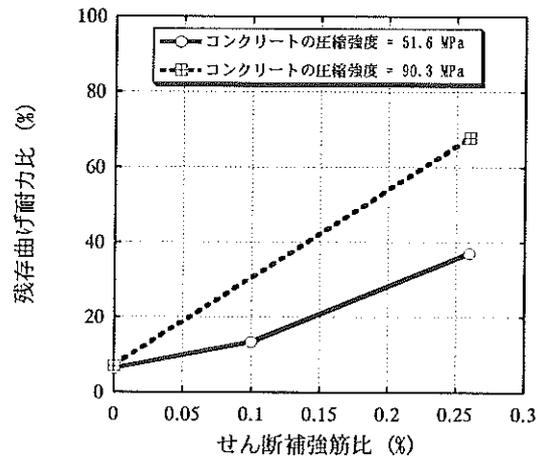
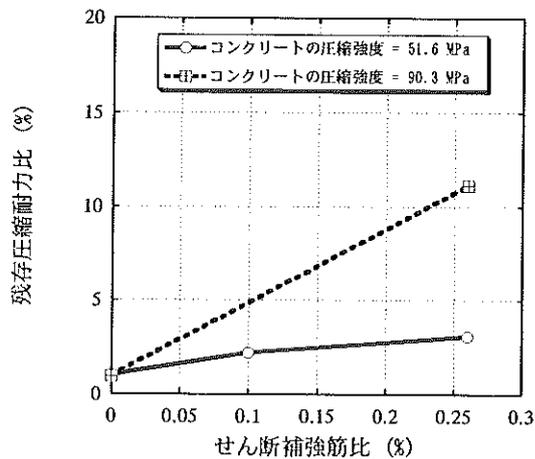


(a) 残存圧縮耐力比



(b) 残存曲げ耐力比

図-12 残存耐力比に鉄筋比が及ぼす影響



(a) 残存圧縮耐力比

(b) 残存曲げ耐力比

図-13 残存耐力比にコンクリートの圧縮強度が及ぼす影響

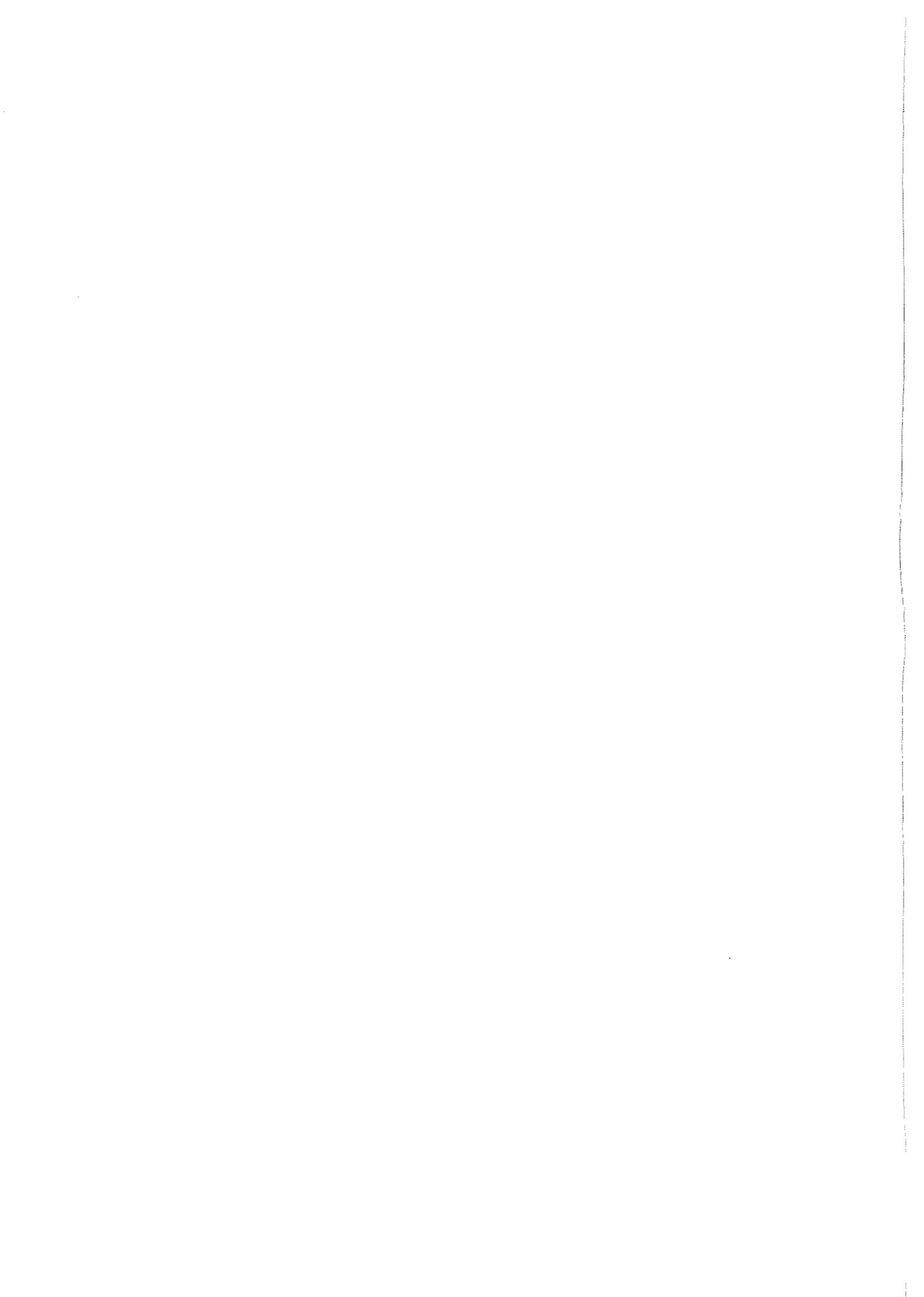
4. 結論

本研究で得られた結論を以下にまとめる。

1. RC柱試験体中のせん断補強筋量は、発破後のRC柱試験体の残存耐力に大きく影響を及ぼす。
2. 発破係数 $C=0.4\sim 0.6\text{kg/m}^2$ を用いると、コアコンクリートを破碎し完全に掃いきるだけでなく残存耐力を十分小さくすることができる。
3. RC柱試験体の破壊状況ならびに残存耐力にコンクリートの圧縮強度が及ぼす影響を調べたところ、せん断補強筋がない場合にはコンクリートの圧縮強度の影響は見られないが、せん断補強筋比が0.26%の場合にはコンクリートの圧縮強度の顕著な影響が認められた。

参考文献

- 1) 小林茂雄・坂田英一・橋爪清・中川浩二：鉄筋コンクリート構造物の発破解体設計と実施，土木学会論文集，498/VI-24，pp.67-76，1994.
- 2) Loizeaux J. M. and Loizeaux D. K.: Demolition by Implosion, Scientific American, Oct., pp. 146-153, 1995.
- 3) Loizeaux M. and Osborn A. E. N.: Progressive Collapse-An Implosion Contractor's Stock in Trade, Journal of Performance of Constructed Facilities, ASCE, Vol.20, No.4, pp. 391-402, 2006.
- 4) 木村真：海外における建物の解体の現状，工業火薬，Vol.48，No.3，pp.139-150，1987.
- 5) 解体工法研究会：新・解体工法と積算，(財)経済調査会，pp.50-56，2006.
- 6) 馬貴臣・三宅淳巳・小川輝繁・緒方雄二・瀬戸政弘・勝山邦久：鉄筋コンクリートの発破解体における鉄筋の影響について，火薬学会誌，Vol.59，No.2，pp.93-103，1998.
- 7) 木下雅敬・長谷川昭美・松岡栄・中川浩二：発破による鉄筋コンクリート構造物の解体に関する基礎的研究，土木学会論文集，第403号/VI-10，pp.173-182，1989.
- 8) 全国火薬類保安協会：都市建築物解体用発破対策 要素実験報告書，1988.



建築解体工事における構造体コンクリート強度の調査方法に関する研究

日本大学工学部建築学科 中田 善久
ものづくり大学建設技能工芸学科 大塚 秀三

1. はじめに

建築解体工事の安全性と施工性の向上を図るためには、着工前に構造体コンクリート強度を把握することが重要であることは論を待たない。この構造体コンクリート強度はコア強度で確認することが一般的であり、多数の既往研究がある。しかしながら、施工要因がコア強度に及ぼす影響については体系立ててまとめられておらず、適切なコア供試体の採取位置ならびに採取方法、ひいてはコア強度の変動を考慮した構造体コンクリート強度の確認などについていまだ不明な点が多い。

そこで、本研究は、施工要因が構造体コンクリート強度に及ぼす影響を把握し、建築解体工事における構造体コンクリート強度の調査方法を提案することを目的とする。ここでは、中央部と外周部におけるコア強度の関係、部材の大きさの違いによるコア強度の変動および強度レベルの違いがコア強度に及ぼす影響について明らかにした。

2. 実験の概要

(1) 実験の要因と水準

実験の要因と水準を表1に示す。ここでは、大きさが異なるの部材から採取したコア強度とその変動に及ぼす影響を明らかにするため、普通強度から高強度までのコンクリートを対象として水セメント比を3水準、部材の大きさを3水準、圧縮強度の試験材齢を6水準とし検討を行った。なお、コア供試体の採取は、圧縮強度の試験材齢の48時間(2日

前)一定とし、水中浸漬させた。

(2) コンクリートの使用材料

コンクリートの使用材料を表2に示す。セメントは、普通ポルトランドセメント(N)を用い、粗骨材は、高強度コンクリートに多く使用されている石灰石を用いた。

(3) コンクリートの調合

コンクリートの調合を表3に示す。単位水量は、170および175kg/m³とした。また、単位粗骨材かさ容積は、W/C=47.5%で0.545m³/m³、W/C=38および30%において0.525m³/m³とし、化学混和剤は、すべての調合において高性能AE減水剤を使用した。

(4) コアドリルの仕様

コアドリルの仕様を表4に示す。コア供試体の採取に使用したコアドリルは、単相120V、定格電流15A、最大主力2,400V、主軸速度470rpmと一般的に構造体コンクリートからコア供試体の採取に用いるポータブル型を用いた。先端ビットは、外径=110φ内径=100(mm)の湿式用人工ダイヤモンドビットを使用した。なお、穿孔速度は、2.5cm/minに一定とするため、ドリルモータ電流一定制御方式の全自動送り装置を取り付けた。また、コア供試体を採取する際の冷却水の流量により削孔時間およびコア強度に及ぼす影響が考えられるた

表1 実験の要因と水準

要因	水準
水セメント比(%)	47.5, 38, 30
部材の大きさ(mm)	模倣柱部材: W1,000・H1,000・L1,000 中試験体: W600・H600・L600 小試験体: W200・H200・L500
コア供試体の採取材齢(日)	1d, 3d, 12d, 26d, 54d, 89d
圧縮強度の試験材齢(日)	3d, 7d, 14d, 28d, 56d, 91d

表2 コンクリートの使用材料

材料	種類	品質・主成分
セメント	普通ポルトランドセメント (N)	密度:3.16g/cm ³ 比表面積:3.290cm ² /g
水	上水道水	-
粗骨材	栃木県安蘇郡茂生町産 石灰石砕石 2005	表乾密度:2.70g/cm ³ 実積率:60.0% 吸水率:0.59%
細骨材	栃木県栃木市尻内産 砕砂	表乾密度:2.61g/cm ³ 粗粒率:2.7% 吸水率:1.3%
化学混和剤	高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸系化合物

表3 コンクリートの調合

呼び強度	W/C (%)	目録スランプ (フロー) (cm)	目録空気量 (%)	s/n (%)	単位量 (kg/m ³)				Ad (C×%)
					W	C	S	G	
33	47.5	21±2.0		49.3	175	369	853	837	0.90
48	38.0	50±7.5	4.5±1.5	51.0	170	448	856	851	1.30
63	30.0	60±10		48.0	170	567	760	851	1.40

表4 コアドリルの仕様

電源 (V)	定格電流 (A)	最大出力 (V)	ビット周速 (m/sec)	ビット形状
単相 120	15	2,400	470	3点式

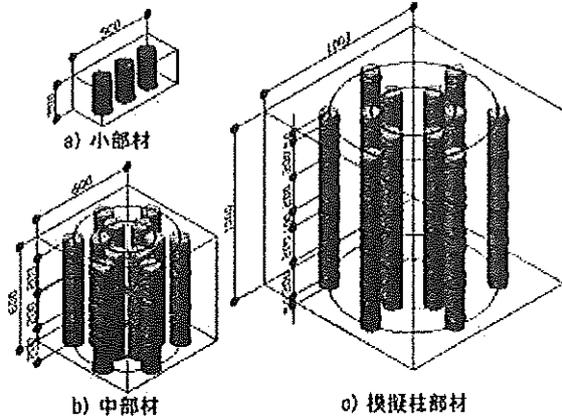


図1 部材の概要

め、流量を5.0リットル/minと一定にした。なお、本研究は、 $\phi 100 \times 200$ (mm)のコア供試体を作製するために、模擬柱部材は、外周部を100 (mm)ずつ排除し、均等に4本に切断した。また、中部材は、3本に切断した。

(5) 部材の概要

部材の概要を図1に示す。コア供試体を採取する対象材部は、実際の構造物における床版を想定した小部材 (W:200 \times H:200 \times L:500mm)、中部材 (W:600 \times H:600 \times L:600mm) および柱を想定した模擬柱部材 (W:1,000 \times H:1,000 \times L:1,000mm) を作成した。なお、成型前のコア供試体は、小部材は、各材齢ごとに3本、中部材および

模擬柱部材は、各材齢ごとに外周部と中央部から1本ずつ採取を行った。また、模擬柱部材は、上下に断熱材を挟んで上下方向の熱の伝達を遮断することにより、柱の中央部を模擬した形状とした。型枠は、打込み時の余剰水の流失を防ぐために、入隅部分の全周に変成シリコン系シーリング

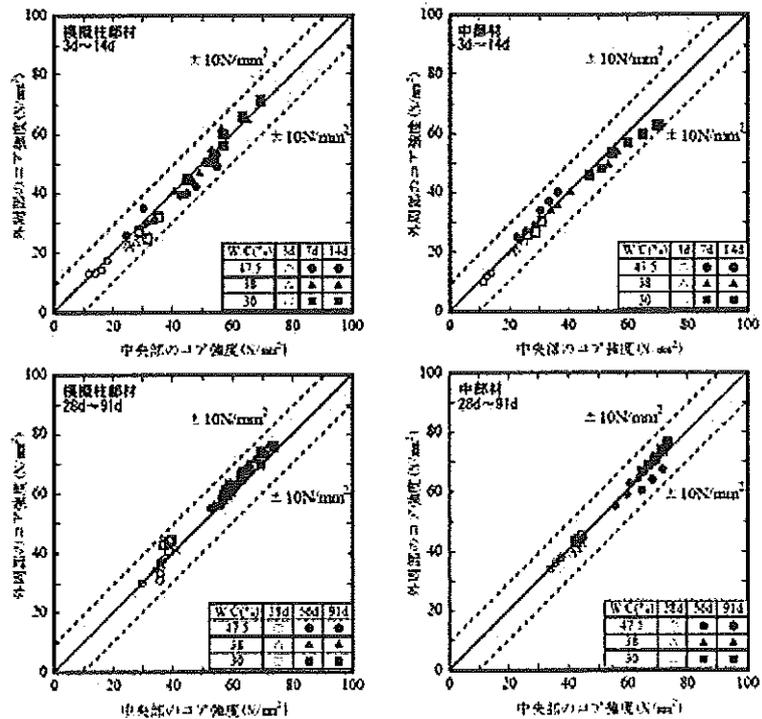


図2 中央部のコア強度と外周部のコア強度の関係

剤を充填した。コンクリートの打込み・締固めは、実施工を想定して行い、3層に分けて打込み、各層を高周波バイブレータ (振動数:1,200~15,500Hz) により9箇所、5秒間挿入するものとした。型枠の脱型は、打込みから24時間後に行った。

3. 結果および考察

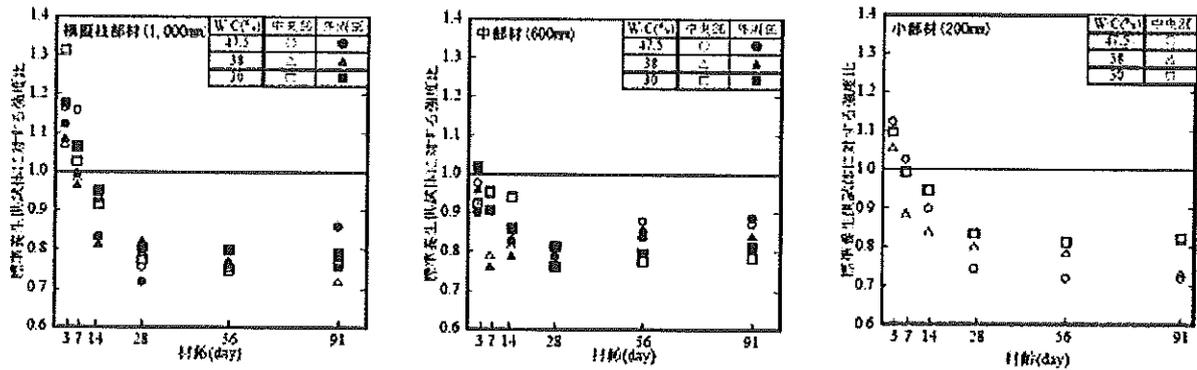


図3 材齢と各材齢の標準養生供試体に対する強度比の関係

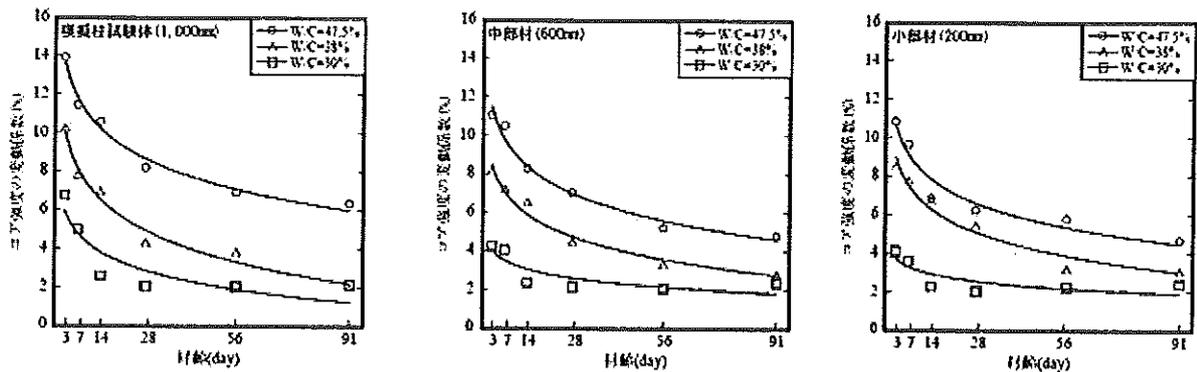


図4 材齢とコア強度の変動係数の関係

(1) 中央部と外周部のコア強度の関係

中央部と外周部のコア強度の関係を図2に示す。なお、模擬柱部材および中部材は、打込み面からの深さが深くなるとコア強度が大きくなる圧密の影響³⁾を除外するために中央部と外周部で打込み面からの深さが同一となるコア供試体を比較対象とした。中央部のコア強度と外周部のコア強度は、材齢に関わらず710N/mm²の範囲に分布する傾向を示したが、材齢により若干異なる傾向を示した。材齢3日のコア強度は、部材の大きに関わらずすべての調合において外周部に比べ中央部の方が大きくなる傾向を示した。これは、外周部より中央部の方が材齢初期における温度履歴が高くなるため²⁾コア強度が大きくなったと考えられる。また、材齢7から28日までのすべての調合におけるコア強度は、採取位置に関わらず中央部と外周部でほぼ同等となる傾向を示した。さらに、部材の大きに関わらず W/C=38 および 30% の材齢 56 と 91 日のコア強度は、外周部の方が大きく

なる傾向を示した。これは、従来から言われているように材齢初期に高い温度履歴を受けると材齢長期におけるコンクリートの強度が遅くなる初期高温履歴の影響³⁾と考えられる。

(2) 初期材齢におけるコア供試体の採取がコア強度に及ぼす影響

材齢と各材齢の標準養生供試体に対する強度比の関係を図3に示す。材齢3日の模擬柱部材のコア強度は、標準養生供試体より大きくなる傾向を示した。これは、前述した初期に受ける温度の違いおよび供試体の採取を材齢の48時間前に行うため、水中養生の期間が標準養生供試体とコアで同一とななり、養生の差による影響が小さいことによるものと考えられる。また、標準養生供試体に対する強度比は、材齢3～28日までは低下する傾向を示した。さらに、この関係の各材齢における標準養生供試体に対する強度比の分布範囲は、模擬柱部材>中部材大なり小部材の順で小さくなる傾向を示した。これは、水セメ

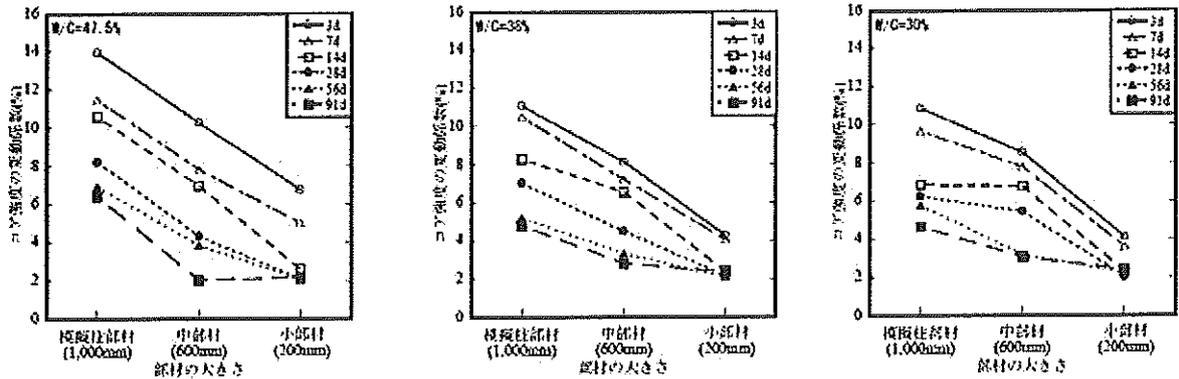


図5 部材の大きさとコア強度の変動係数の関係

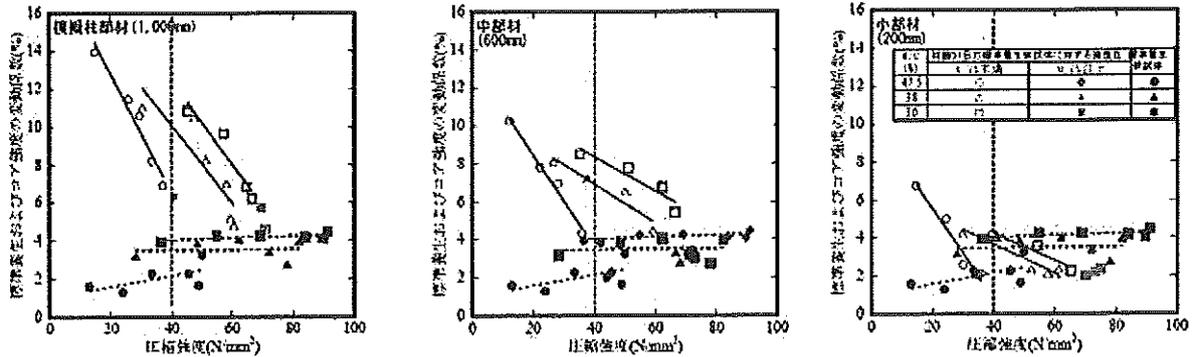


図6 圧縮強度と標準およびコア強度の変動係数の関係

ント比の違いによる最高温度の差や前述した中央部と外周部の温度履歴の差によるものと考えられる。しかし、小部材は、この温度の影響が小さいものの材齢3日の標準養生供試体に対する強度比は1.0を超えるものも見られた。この理由として、コア供試体の採取長さが短いため、コア供試体の採取の影響が小さかったことによる影響と考えられる。

材齢とコア強度の変動係数の関係を図4に示す。なお、ここでは、模擬柱部材は、8本、中部材は、6本および小部材から採取したコア供試体の変動係数は、3本の結果によるものである。コア強度の変動係数は、材齢の経過により小さくなる傾向を示し、材齢3日～28日で最も顕著になる傾向を示した。これは、材齢の経過により水和反応が進行したこと²⁾によるものと考えられる。また、水セメント比の違いにより変動係数は異なり、47.5% > 38% > 30%の順で小さくなる傾向を

示した。これは、前述した水和反応が水セメント比が小さいものほど早く進行するためと考えられる。さらに、材齢56日から材齢91日にかけてコア強度の変動係数は、概ね部材の大きさに関わらず低下する傾向が小さくなった。

(3) 部材の大きさの違いによるコア強度の変動係数
部材の大きさとコア強度の変動係数の関係を図5に示す。コア強度の変動係数は、模擬柱部材 > 中部材 > 小部材となり、部材の大きさが小さくなるのに伴い低下する傾向を示した。これは、部材の大きさが小さい小部材の方が前述した温度¹⁾、圧密²⁾および採取長さの影響が小さいためと考えられる。また、材齢の経過により、中部材と小部材のコア強度の変動係数の差が小さくなる傾向を示し、水セメント比に関わらず材齢91日のコア強度の変動係数は、ほぼ同等となった。これは、前述したポテンシャル強度に対する強度比が0.75以上となり、安定したことにより差が小さく

なつたと考えられる。これにより JASS 5T-704法に示されるような採取長さが1,000mm程度ある大きな部材からコア供試体の採取を行う際は、ある程度材齢が経過してから行う方が高い精度の判定につながると考えられる。

(3) 強度レベルの違いがコア強度に及ぼす影響

圧縮強度と標準養生およびコア強度の変動係数の関係を図6に示す。ここでは、前述したポテンシャル強度およびそれに対する強度比に影響を及ぼすことが考えられるため、JIS A 1107-2002中の供試体の高さと同直径の比と同等であるコア強度40N/mm²を境にして振り分けた。ばらつきはあるもののコア強度が大きくなるとコア強度の変動係数は、低下する傾向を示した。これは、前述した水和反応の影響と考えられる。また、コア強度が、40N/mm²以上であり、さらに、材齢91日の標準養生供試体に対する強度比が0.75以上であれば部材大きさが最も大きい模擬柱部材であってもコア強度の変動係数が6%以下となる傾向を示した。これにより、高強度コンクリートからコア供試体を採取する際は、コア強度が40N/mm²以上発現してから採取した方がよいと考えられる。

4. まとめ

本実験結果から得られたコア強度に及ぼす影響として、採取の影響、水和熱、圧密²⁾および部材の部材大きさの影響などを含んだものがある。本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 模擬柱部材のW/C=30%を除き、材齢3～14日のコア強度は、標準養生供試体とほぼ同等となる傾向を示し、模擬柱部材における材齢3～14日のW/C=30%のコア強度は、標準養生供試体比べ大きくなる傾向を示した。
- (2) 標準養生供試体に対する強度比は、材齢3～28日までは低下する傾向を示した。
- (3) コア強度の変動係数は、材齢の経過により小

さくなる傾向を示し、材齢3日～28日で最も顕著になる傾向を示した。

- (4) コア強度は、部材の大きさにより異なる傾向を示した。また、模擬柱部材のコア強度は、標準養生供試体に比べ材齢初期には大きくなるが、材齢の経過に伴い低下する傾向を示した。

- (5) コア強度が、40N/mm²以上であり、さらに、材齢91日の標準養生供試体に対する強度比が0.75以上であれば部材大きさが最も大きい模擬柱部材であってもコア強度の変動係数が6%以下となる傾向を示した。

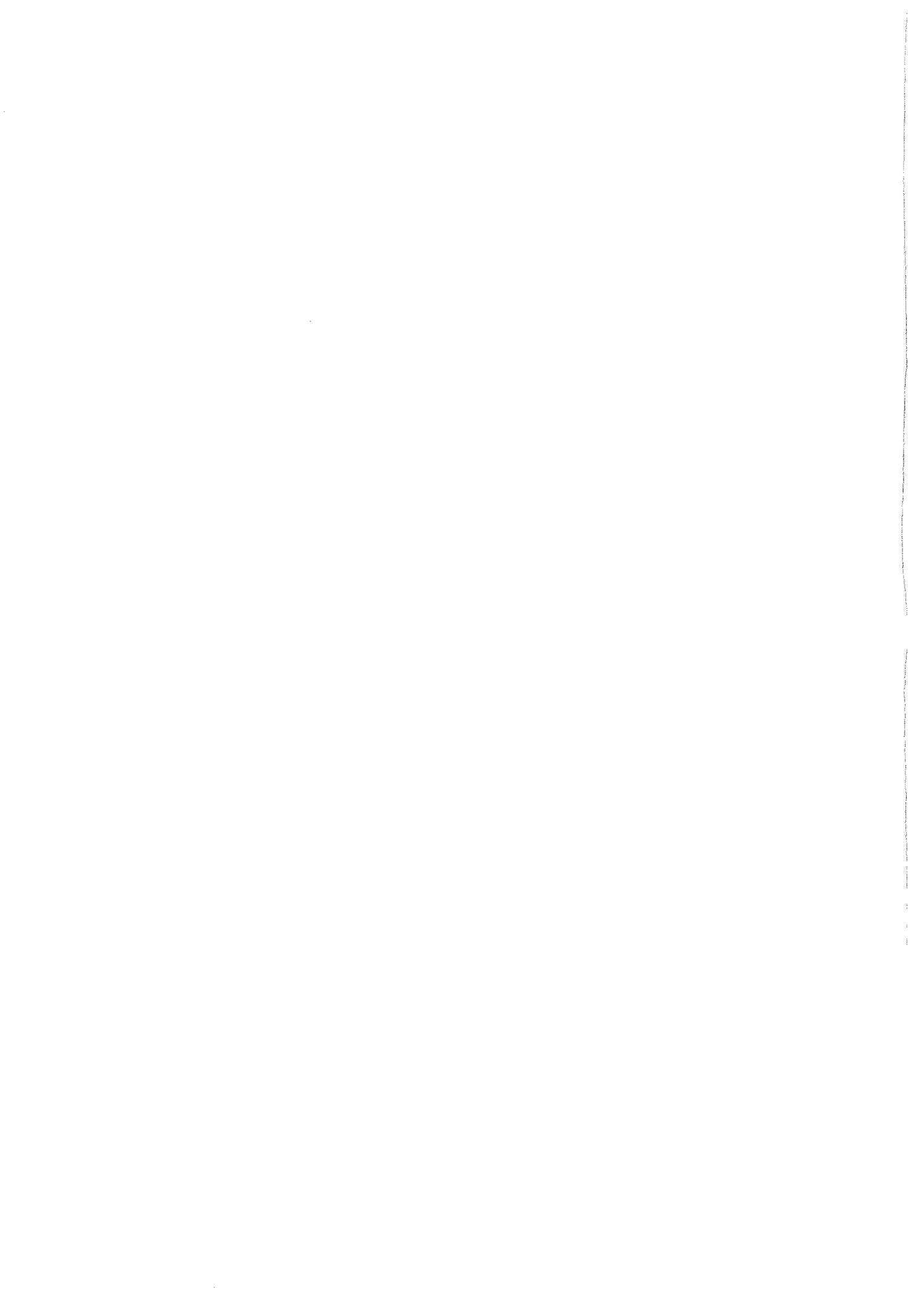
今後は、コア供試体の水和反応の進行がコア強度のばらつきに及ぼす影響についても検討を行う予定である。

【謝辞】

本実験を行うにあたり、ものづくり大学 技能工芸学部建設技能工芸学科 森本和雅君をはじめ日本大学理工学部建築学科中田研究室の学生より多大な協力を頂きました。ここに記して、深謝いたします。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：高強度コンクリート施工指針(案)・同解説，2005.3
- 2) 戸祭邦之ほか：水和発熱による高温履歴を初期に受けた高強度コンクリートの強度発現とその管理についての一考察，日本建築学会構造系論文集，pp.1-10，1993.3
- 3) 杉山央・安田正雪：各種形状・断面厚を有する高強度コンクリート部材の温度履歴特性および強度特性に関する実験的研究，日本建築学会構造系論文集，pp.1-8，2005.8



解体工事中における建物の安全性に関する研究

名古屋市立大学芸術工学研究科 准教授 青木 孝義
日本大学生産工学部建築工学科 准教授 湯浅 昇

1. はじめに

高度経済成長期以降に大量に建設された建築物は現在老朽化が進み、耐震診断の結果、不適格とされたものは、改修・補強もしくは取り壊しが必要となる。このような補強や取り壊しの需要が増える中で、解体工事に際し、死亡・傷害事故など重大災害が数多く起こっており、建設業における災害は全産業の3割強を占める。建設業の解体工事中における事故の背景には、経験値に任せた解体作業手順の判断が行われていること、施工計画書の作成過程・根拠が明確でないこと、また経費と時間の削減を理由とした無理な作業工程が実施されていることなどが挙げられる。特に、質量が大きく高層であるRC建築物やSRC建築物は階上解体工法を必要とし、墜落事故や柱・外壁の逆転倒事故が発生しやすく、重大災害の発生が多い。そのため、階上解体工事中における安全面を強化していくことが必要不可欠である。

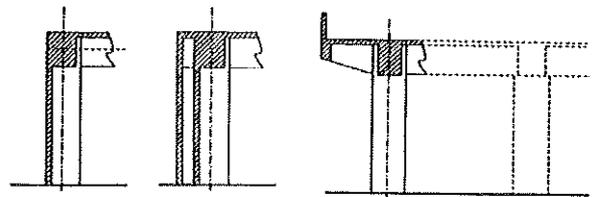
しかし、建築物解体に関する既往の研究は、環境・資源問題を考えた解体材の再利用^{1), 2)}や解体時に発生する振動に関する研究³⁾、解体効率の向上を目指す研究⁴⁾、また、解体工事中における基礎的データの収集と考察に関する研究はあるものの⁵⁾、解体工事中の安全性に関する数値的な検証や計算方法確立に関する研究はほとんど行われていない⁶⁾。

以上を背景として、本研究では、危険を減らし事故をなくすために、建築物の安全な解体工法の規準を確立し、効率的な解体手順を明確にすることを最終目的に、解体工事中における建物の安全性に関して、転倒解体における安全性、および微動計測の結果に基づく安全性の検討を行っている。

2. 転倒解体における安全性

2. 1 転倒工法の原理

安全のために、必ず部材は内側に転倒するようにしなければならない。そのため、外壁が柱の中心にない場合(図1(a))、外側に看板・張り出し壁が取付けられている場合(図1(b))、外側にベランダなどがある場合(図1(c))などは、外側に転倒する可能性が高いため、転倒モーメントを考え、支持ワイヤーや引きワイヤーなどを張っておくなどして、内側に倒れるようにして作業する必要がある。



(a) 外壁 (b) 外側に 看板等 (c) 外側にベランダ等重量物

図1 外側に転倒する可能性がある構造の例

2. 2 転倒モーメントの計算⁶⁾

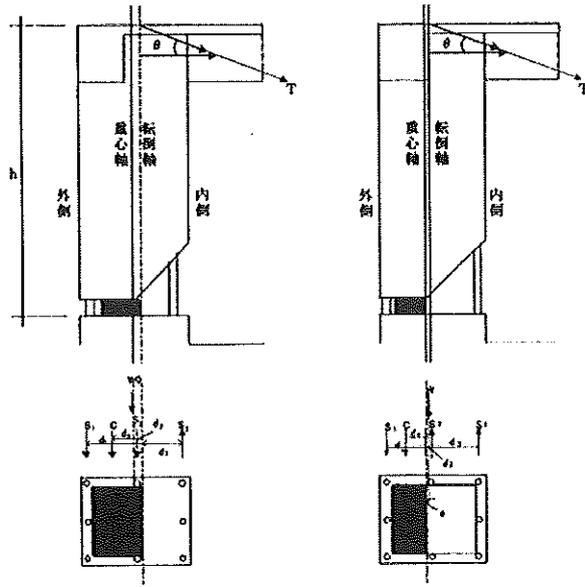
柱が内側に倒れるためには、転倒軸に対して外側へ転倒しようとするモーメント M_o より引きワイヤーにより内側へ引き倒そうとするモーメント M_i が大きい必要がある。図2に示す状態まで柱脚を研った場合の転倒軸廻りのモーメントは、

$$M_o = W_o \times e_o \quad (1)$$

$$M_i = P_i \times h \quad (2)$$

ここで、 W_o は転倒体の質量、 e_o は転倒軸から重心までの距離、 P_i は引きワイヤーの引張力の転倒軸に対する直角方向の分力、 h は柱の高さである。

なので、(3)式が成立する必要がある。



(a) 重心軸が転倒軸より外側 (b) 重心軸が転倒軸より内側

図2 外壁転倒時の釣合い状態模式図

$$[M_o = (W_o \times e_o) + (S_1 \times d_1) + (S_2 \times d_2) + (c \times d_4)] \quad (3)$$

$$\leq [M_i = (S_3 \times d_3) + (T \cdot \cos \theta \times h)]$$

ここで、 S_1 は後方残存鉄筋の引張抵抗力、 d_1 は転倒軸より後方残存鉄筋までの水平距離、 S_2 は前方残存鉄筋の座屈抵抗力、 d_2 は転倒軸より前方残存鉄筋までの水平距離、 c は残存コンクリート部分の引張抵抗力、 d_3 は転倒軸より後方の残存コンクリート引張抵抗作用点までの水平距離、 T は引きワイヤーの張力、 θ は引きワイヤーが水平面となす角度である。

2.3 転倒モーメント計算の検証

2.2の計算結果と有限要素解析による結果を比較し、検証を行う。ここでは、図3に示す柱を用いる。また、鉄筋はSD295のD25とする。

(1) 転倒モーメント計算例の結果

柱が内側に倒れるためには、転倒軸に対して外側へ転倒しようとするモーメント $M_o = 13.21tm$ より、引きワイヤーにより内側へ引き倒そうとするモーメント $M_i = 2.8T$ が大き

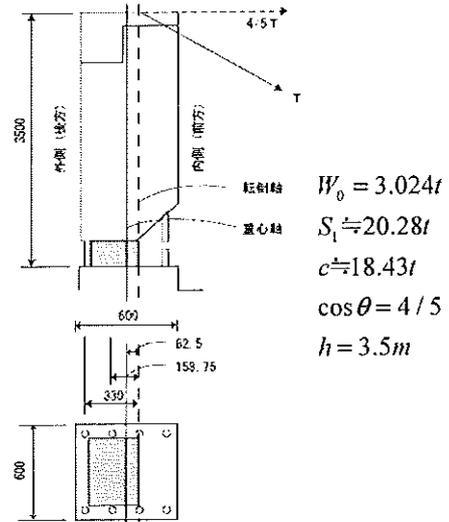


図3 転倒計算例

い必要がある。したがって、引きワイヤーに必要な張力 $T \geq 47kN$ となる。

(2) 有限要素解析結果

有限要素解析には、退化シェル要素の定式化に基づくアイソパラメトリック有限要素法を用いた。要素としては、構造解析の分野で実績のある9節点ヘテロシス要素を、数値積分としては選択低減積分法を採用した。このシェル要素は、厚さ方向に関して層状に分割され(コンクリートを8層、鉄筋を2層)、要素内の積分点において層毎に鉄筋コンクリートの弾塑性特性が扱われる。材料学的非線形性だけでなく幾何学的非線形性も考慮して解析を進めた。

解析結果の荷重-変位関係を図4に示す。得られた転倒荷重は43.4kNであり、計算結果との誤差は8.30%と、計算結果と極めて近い

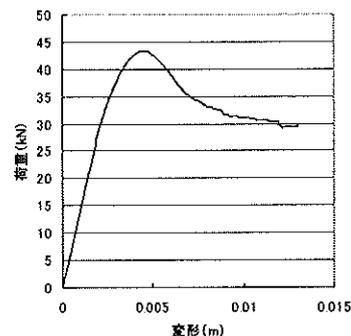


図4 柱転倒荷重-変位関係

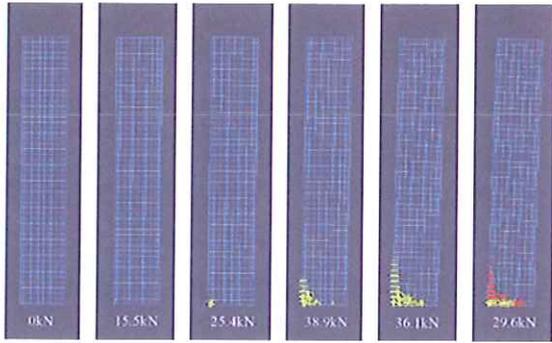


図5 転倒柱ひび割れ発生過程

値を得た。また、図5は柱のコンクリートにひび割れが発生する過程を黄色、鉄筋の降伏と座屈の発生を赤色で示している。

3. 日本大学生産工学部5号館

3.1 微動計測と振動特性の同定

日本大学生産工学部5号館（1971年竣工，RC造，4階建，桁行及び梁間方向ラーメン架構＋耐力壁，写真1）は老朽化により，2004年10月に解体工事が開始された。この解体に先立ち，局部破壊試験が適用された（図6：青色は壁の破壊，赤色は柱の破壊位置を，線の太さおよび濃淡は破壊の程度を示す）。

5号館の局部破壊試験適用前後において，固有振動数，固有モードと減衰定数を推定するため，多点同時常時微動測定を行った。測定機器として，小型換振器（S社製：動電型速度計，水平2成分，上下1成分，測定周波数1.4～30Hz）と増幅器（S社製：ローパスフィルタ42Hz）を用いた。常時微動は速度の形で測定し，AD変換器を通して，サンプリング周波数100Hzで2分間収録した。



写真1 5号館

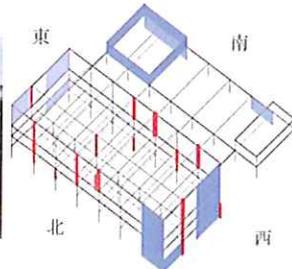


図6 局部破壊試験適用位置

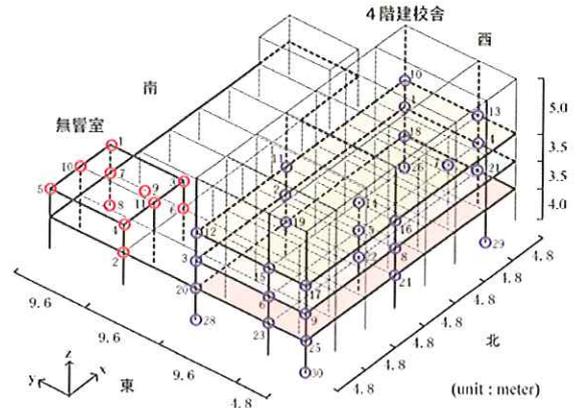
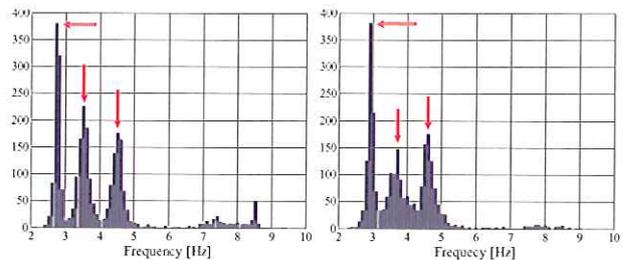


図7 5号館の構造概略と微動測定位置

測定に用いたセンサーは5個で，そのうちの1個を固定し，他のセンサーを対象構造物の振動性状が全体的に把握できるように配置した（図7）。

この常時微動測定結果に基づき，ARMAVモデルによる振動モードの同定を行ったところ，1次モードは桁行方向の変位で固有振動数が2.925Hz，2次モードは梁間方向の変位で3.753Hz，3次モードはねじれモードで4.681Hzであった（図8）。



(a) 初期状態

(b) 損傷状態

図8 ARMAVモデルによる固有振動数の推定

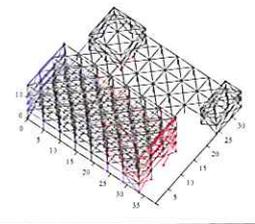
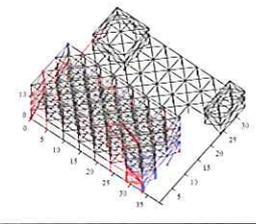
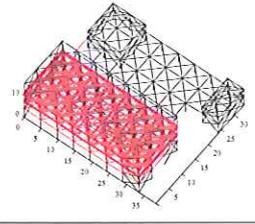
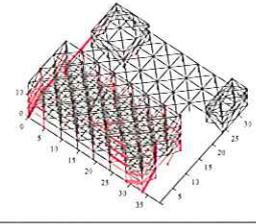
3.2 損傷同定

振動モードの同定結果を用いて，5号館解析モデルのモデル・アップデートに基づく損傷同定を行った。5号館の有限要素解析モデルは，2節点梁要素とトラス要素で構成されている。柱と梁は梁要素を用いてモデル化している。床スラブ，屋根スラブ及び耐力壁は，ブレース置換法を適用している。ペントハウスは，重量のみを考慮している。5

号館の地盤面における境界条件は、完全固定とする。解析モデルで用いる単位体積重量及び静弾性係数の値はそれぞれ 24.0 kN/m^3 , 21.0 kN/mm^2 である。等価置換トラス要素に関しては、全体の重量が等しくなるようにその単位体積重量を決定している。

表1にモデル・アップデートング結果を示す。図の赤色は質量及び剛性の低下を、青色は増加を示す。初期状態（局部破壊試験適用前）のモデル・アップデートングでは、解析モデルの質量には実構造物と大きな差は見られなかった。また、西側面に位置する2本の柱をモデル化した梁要素の剛性が増加しているのは、有限要素解析モデルにおいて袖壁をモデル化していないためであると考えられる。これに対し、北側面の柱をモデル化した梁要素と壁をモデル化した等価置換トラス要素の剛性が低下しているが、これは階段室の開口部の影響と考えられる。初期状態から損傷状態のモデル・アップデートングでは、解析モデルの3階と4階部分の要素の質量に大きな低下が見られた。これは、什器類や廃棄物の移動による、建物内部の質量減少が原因と考えられる。また、東側面および西側面の要素に見られる剛性低下は、実際の局部破壊試験適用箇所と、比較的良く一致した。

表1 モデル・アップデートング結果

	質量修正係数	剛性修正係数
初期状態		
初期状態から損傷状態		

4. まとめ

- 1) 転倒モーメントの計算結果と有限要素法による解析結果との誤差は8.30%で、極めて近い値を得た。
- 2) 5号館の初期状態から損傷状態の損傷同定では、解析モデルの4階と3階部分の要素に大きな質量低下が生じた。これは、什器類や廃棄物の移動による建物内部の質量低下が原因と考えられる。また、東側面および西側面の要素に見られた剛性低下は、局部破壊試験適用箇所と良く一致した。

今後は、実験およびより実際に近い解析モデルを設定して、計算による転倒モーメントの検証をさらに行うとともに、階上解体における床版サポートの安全性について検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 道正泰弘, 成川匡文, 菊池雅史, 増田彰, 大島豊, 江口清, 中込昭, 寺西浩司: 建築構造物の解体に伴い発生するコンクリート塊のリサイクルシステム: 再生粗骨材現場投入方式による再生コンクリートの製造, 日本建築学会技術報告集, 第9号, 1999.12, pp.13-18
- 2) 瀨古繁喜, 柳橋邦生, 三枝大介, 小早川泉, 道前大三, 田畑大蔵: 解体ガラ微粉末と建設発生土を使用したコンクリートの調合に関する実験的検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), 2007.8, pp.209-210
- 3) 山崎康雄, 佐々木文夫, 高野真一郎, 野口満美: 建築物基礎解体工事に伴う環境地盤振動の影響に関する基礎的研究—上下加振力による水平振動の居住性能の検討—, 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国), 2008.9, pp.409-410
- 4) 杜宇, 瀧澤重志, 河村廣, 谷明勲: リカレント建築物解体最適化支援システムの構築, 日本建築学会近畿支部研究報告集, 2002.5, pp.133-136
- 5) 尾崎哲生, 藤川昌樹: 戦後モダニズム公共建築における保存・取り壊しの判断過程に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国), 2008.9, pp.751-752
- 6) 笠井芳夫, 山田徹, 周建東: 階上解体における安全な解体工法(案), 社会法人 全国解体工事業団体連合会, 2006, p.72
- 7) 建設業労働災害防止協会編: 鉄筋コンクリート造建築物解体工事の安全作業手順, 2003
- 8) 解体工法研究会編: 解体工法と積算, 1995, pp.49-171
- 9) 青木孝義, 武藤治子, 湯浅昇, 師橋憲貴: 常時微動測定に基づく鉄筋コンクリート建築物の振動モードの同定とモデル・アップデートング, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.28, No.2, 2006.7, pp.1063-1068

建設副産物の循環資源としての高付加価値・低環境負荷型再資源化システムの構築に関する基礎的調査研究

日 時：2010年7月23日(金)
会 場：鉄鋼会館 8F会議室

明治大学工学部建築学科 菊池 雅史
(財) 建材試験センター 柳 啓
(注)柳は、建築材料研究室の国内研究員

1. はじめに

- (1)この調査研究は、菊池と柳の25年～35年にわたる個人的研究とそれぞれが在籍する機関の成果を合わせて、真に循環型社会に寄与する「持続可能な高付加価値・低環境負荷型循環技術」を開発するための評価システムを構築することを目的に、2009年度に開始し、2011年度に終了することを予定として着手したものである。
- (2)初年度は、評価システムの構築に係わる基本モデルの設定を作業の中心に据えた調査研究を行った。
- (3)本年度報告書で提唱する基本モデルは、1998年に公的機関等から委託された調査研究においてすでに菊池が提唱しているものである。
- (4)本報告では、優先すべき技術として、「石綿含有建材の処理」と「塩ビ系建材の再資源化」の概略を載せている。
- (5)今回の報告では、時間の関係で「塩化ビニル樹脂性壁紙の高付加価値・低環境負荷型循環技術」を紹介する。

2. モデル設定の基本方針

- (1)環境基本法、循環型社会形成推進基本法をはじめとする関係法令を遵守し、その趣旨の具現化に資すること
- (2)国際条約、国際規格の趣旨に適合していること
- (3)評価に際しては、「公正性」「客観性」「工学性」「定量性」が確保できること
- (4)運用性、対応性(メンテナンスを含む)に優れていること
- (5)単なる評価システムにとどまらず、技術開発に当たっての指標・指針として活用できること
- (6)資源循環に係わる不特定多数の関係者との間に「共通認識の確保」「合意形成の確立」「最終的意思決定」に至る経緯を容易にするツールであること。

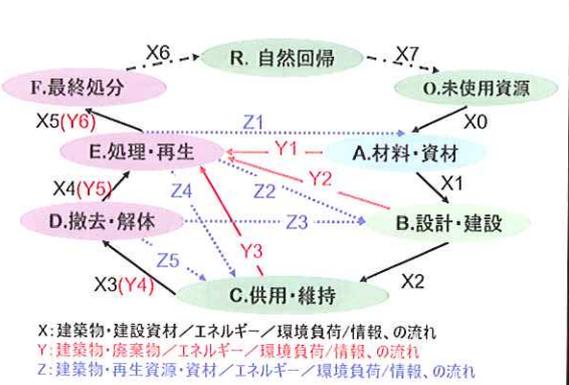
基本モデル1：持続的発展が可能な経済社会のモデル



基本モデル2-1：建築のライフサイクルモデル

ライフサイクルの区分	評価要素	
	上段 □ : 行為の流れ	下段 □ : 物の流れ
A: 原料・材料・部品段階	計画 開発 製造 加工 組立	資源 原料 素材 部品 製品
B: 企画・設計・建設段階	企画 設計 建設	部位(空間) 建物 (建物群) (都市)
C: 供用・維持段階	維持保全管理計画 メンテナンス 補修・改修 撤去・交換	メンテ製品・部品 更新製品・部品・部位・空間 撤去製品・部品・部位
D: 撤去・解体段階	撤去・解体計画 撤去・事前解体 本解体	撤去製品 撤去部品 撤去部位 解体建物 建設副産物
E: 処理・再生段階	再生・処理計画 再生製品・部品加工 中間処理・分別・選別	再生原料製造 最終処分
	建設副産物 再生製品・部品 再生原料 再生エネルギー	最終処分場

基本モデル2-2：建築のライフサイクルフローモデル



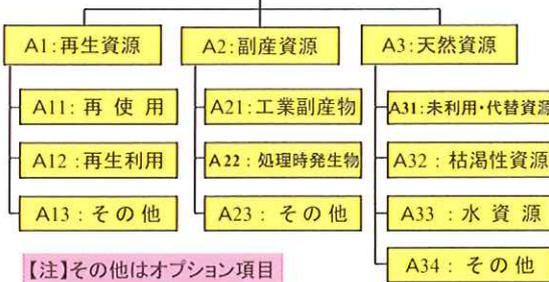
基本モデル 3：持続的可能な発展の需給モデル

時代区分	時代背景	需給関係
江戸時代以前	地域的閉鎖・原材料入手困難	需要>供給
江戸時代	国家的閉鎖・工業原料入手困難	〃
明治～1960年	工業製品入手困難	〃
1970年代	工業製品の充足・高品質志向	需要=供給
1980年以降	大量生産・消費・使い捨て	需要<供給
21世紀	地球的閉鎖・環境共生・資源循環	需要=供給

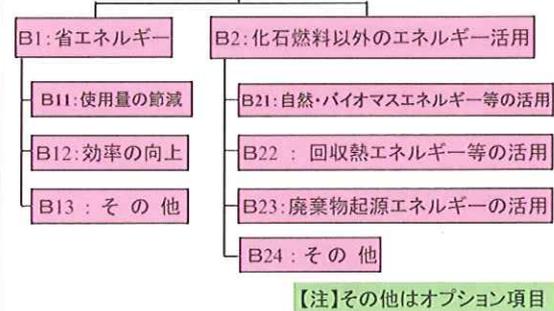
3. 建材試験センター「建設資材における環境主張適合性評価ガイド」の概略



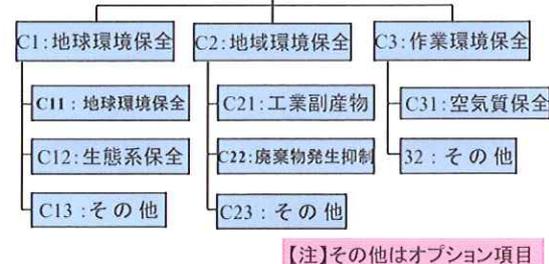
A:省資源・資源活用に関する環境主張



B:省エネ・エネルギー活用に関する環境主張



C:環境保全に関する環境主張



L:ライフサイクル全体に関する環境主張



4. 塩化ビニル系壁紙の「高付加価値・低環境負荷型再資源化技術」

明治大学とアールインヴァーサテックの共同開発

周速150米/秒の高速叩解技術が塩ビ壁紙の高付加価値・低環境負荷型リサイクルを実現しました。

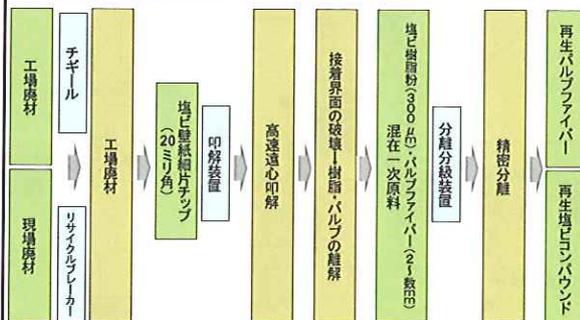
開発の背景

塩ビ壁紙の可能性	廃塩ビ壁紙は、貴重な資源です。壁装用インテリア資材として生産される壁紙は、年間7億平米(約21万t)を超え、このうち塩ビ壁紙は90%以上を占めています。
再利用の現状	塩ビ壁紙の多くは、塩ビ樹脂コンパウンド75~80%、裏打ち用パルプ20~25%の割合で構成され、ほとんどが再利用されることなく埋立あるいは焼却されています。
共同研究による実用化の成功	本システムは、明治大学建築材料研究室、アールインヴァーサテック社、リファイナース社や東京都立産業技術研究センターなどの共同開発を経て、従来困難とされていた廃塩ビ壁紙のマテリアルリサイクルに挑戦し、実用化されたものです。

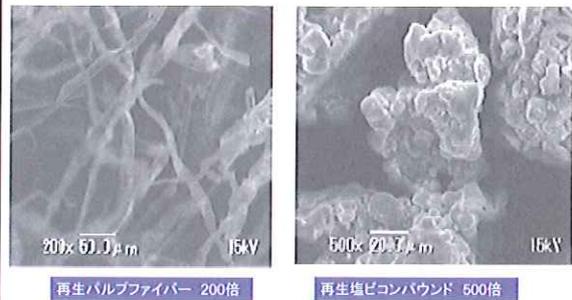
技術紹介

特長	周速150米/秒の高速叩解技術が塩ビ壁紙の高度リサイクルを実現します。
技術紹介	本システムは、塩ビ壁紙に、強力な遠心叩解力を与え、表面の塩ビ樹脂層を粒径約100~300 μ mの微粉、基材のパルプ層は繊維長約2~数mmのファイバーに微細化することにより、樹脂とパルプが強固に固着している接着界面部分も完全に離解させ、それらの比重差を利用して分離回収します。更に各素材に混在する微量の異種素材を除去し、樹脂とパルプ双方のマテリアルリサイクルを実現し、良質な再生原料を生産します。
様々な用途への対応	工場発生の生産廃材はもちろん、新規及びリニューアル現場発生の新生廃材、経年廃材も対応可能です。

システムフロー



リサイクル材



特長 (1/3)

●接着界面の破壊による異種素材の離解が不可欠

良質の塩ビコンパウンドとパルプの双方を再生原料化するためには、塩ビ樹脂と裏打ちパルプが強く固着した接着界面の破壊が不可欠です。

塩ビ樹脂層
裏打ちパルプ層
塩ビ壁紙接着界面相模式図

●高速遠心印解法による微粉化の基本原理解

多数の印解用工具を周速150米/秒で回転させ、廃塩ビ壁紙の細片チップを同時に微細化し、樹脂とパルプを離解します。本方式の微細化により、樹脂分は300µm以下、パルプ分はファイバー状となります。

印解用工具
印解装置回転ユニット部斜視図

特徴 (2/3)

●高速遠転に対応する安全対策

昇温対策として、水冷循環式の冷却ジャケットの具備、粉塵爆発防止、静電除去のための加湿システムなど、安全性への配慮を行っています。

印解装置概念図

●独自の効率的な前処理装置

- ・ロール状、枚葉状の双方の処理に適した工場廃材向けのチギールは、従来の破砕機に比して、静粛、省電力、コンパクトなシステムであるため、生産ラインへの設置も可能であり、工場内での廃材移動、分選別作業の効率化を実現します。
- ・リサイクルブレイカーは、不定形現場廃材の処理に適しています。

特長 (3/3)

●現場主観(オンサイト)に適したコンパクトでフレキシブルなシステム

顧客のニーズにより細片処理→印解処理の一次処理工程と精密分離→再生原料化の二次処理工程が、分割可能なシステムであり、300µm程度に微細化された樹脂粉体と離解したパルプファイバーが混在する一次処理品は、有価物として二次処理工場が購入する仕組みとなっています。

●環境負荷の軽減に寄与

再生材生産に伴うCO2の排出量は、新生材生産に比べ、パルプは3.91%、塩ビ樹脂コンパウンドは29.26%となります。

CO2排出量	パルプ新生材	パルプ再生材	塩ビコンパウンド新生材	塩ビコンパウンド再生材
1.00	1.00	0.67	1.00	0.12

構成と主な仕様 (1/2)

●リサイクルブレイカー(RB-100-20)

本体外形寸法	2018(W)×4300(L)×1225(H)
本体重量	約2300kg
電源	3相200V
消費電力	約25.7kW(モーター出力)常用15kW
消費能力	最大250kg/hr
工具	シンダー一万2千等分14枚
対象物	軽付き使用済み塩ビ壁紙(湿度不可)
加工物	不定形細片(20~30mm角)

●チギール(CHG-1000)壁紙ロール電動リフター付

本体外形寸法	1700(W)×1800(L)×1520(H)
本体重量	約200kg
電源	3相200V
消費電力	約2.6kW(モーター出力)
消費能力	最大250kg/hr
工具	筒定形2枚1組、チギール5枚2組
対象物	1m幅×1枚・枚葉状塩ビ壁紙、3枚投入可
加工物	異形異状細片(20~30mm角)

チギール(CHG-1000)

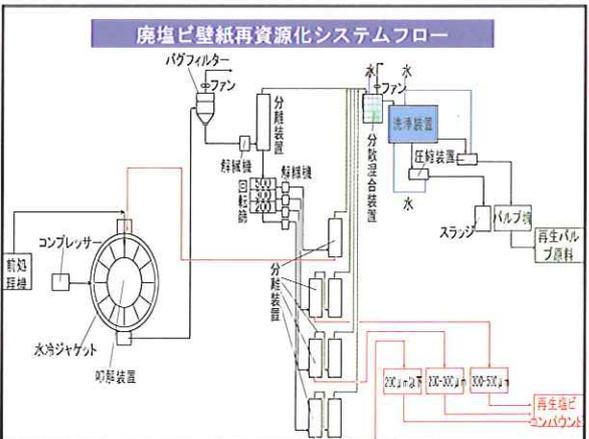
構成と主な仕様 (2/2)

●印解装置(BEAT-1000)

本体外形寸法	1250(W)×1325(L)×1550(H)
本体重量	約1500kg
電源	3相200V
消費電力	約45.0kW(モーター出力)常用25kW
消費能力	最大250kg/hr
工具	水冷循環式
対象物	塩ビ壁紙細片チップ(20~30mm角)
加工物	樹脂分100~300µm パルプ分2~数mm

●バグフィルター(ユニット配管付)

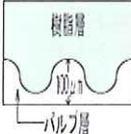
印解装置(BEAT-1000)



微粉化及び精密分離技術

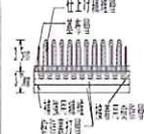
本技術が対象とする軟質系樹脂複合廃材(その1)

塗工型 (塩ビ壁紙)

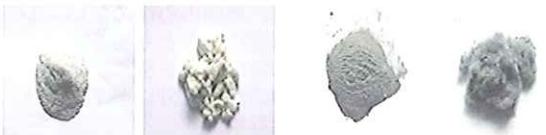


樹脂層
パルプ層

接着型 (タイルカーペット)



仕上げ繊維層
芯層
増強繊維層
接着剤塗布層
樹脂塗布層



細片化装置 (チギール)



細片化装置 (リサイクルブレーカー)



叩解装置 (BEAT-600)



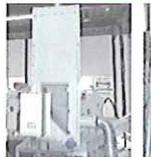
叩解装置 (BEAT-1000)



バグフィルター



乾式分離装置



回転ふるい



八街実証プラント全景



再生塩ビコンパウンド



再生パルプ



5. 今後の課題

- (1)優先して循環させるべき資源の順位付けに係わる評価システムの構築
- (2)提唱された再資源化技術の市場確保に関する評価方法の提唱
- (3)高付加価値・低環境負荷型再資源化技術の評価方法の提唱

付録：アスベスト含有建材の今後について

【アスベスト含有建材の総括】

- ①建材工業製品で100年間以上にわたって、使用され続けてきた製品は少ない。
- ②日本において、建物の耐火性向上に果たした貢献度は極めて大きい。
- ③国は、石綿の健康障害に対するリスク回避よりも、石綿製品の優れた性能を選択する意思決定をした。
- ④リスク回避の世界動向の波に乗り遅れた。
- ⑤国内外市場において、石綿波板のマーケットは急速に金属板や繊維強化セメント板に転換しつつある。
- ⑥しかし、沿岸部においては、発錆の心配の無いノンアスセメントボードの需要は今後ともある。
- ⑦アスベスト問題は、今後40年間も尾を引く。
- ⑧石綿含有建材の撤去とその処理・処分に関する法令遵守 ⇒ 負の遺産の適正な解消

⑨負の遺産としての石綿含有成形板への対応

- すでに石綿含有建材の製造・使用禁止を打ち出している国においても、過去に建設された建物に使用されている。
- これらの製品のなかには、損傷、剥離等の劣化が進行し、石綿が飛散していることが懸念されるものも見受けられる。
- これらの建物に使用されている石綿含有成形板の撤去・解体は、今後30～40年の長きにわたって世界共通の重要課題となる。
- このことについて、「共通認識を確保し」「合意形成を確立すること」が重要である。

【アスベストをめぐる最近の国の動向】

- (1) 厚生労働省
 - ・石綿障害の救済対象を拡大するための法改正(7月)
 - ・中皮腫・石綿肺がんに石綿肺(重篤)を追加
- (2) 経済産業省
 - ・アスベスト関連のアジア支援(ISO)にJISを盛り込む作業を準備中
- (3) 国土交通省
 - ・船舶のリサイクル(解体はインド・バングラディッシュ等で実施)のISO化を検討中
 - ・現法におけるアスベスト埋立て処分の許可条件(厚手のプラスチック袋で二重の梱包)を、地震対策として十分かどうか検討・見直しを開始。





建築解体工事の実状に関する調査

日本大学生産工学部 湯浅 昇(研究代表者)
ものづくり大学技能工芸学部 大塚秀三(研究協力者)
日本大学工学部 齋藤俊克(研究協力者)

1. はじめに

昨今の建築解体工事(以下、解体工事とする)では、各種指針類の整備や解体工事施工技士制度の整備など技術的・人的側面の整備は拡充を見ている。一方では、超高層建築物の解体に代表される新技術の開発¹⁾に加え、地球環境さらには近隣環境も含めた環境保全への対応など、より一層の技術の高度化が求められている。しかしながら、ごく一部のことはとはいえ労働災害が発生する場合^{2)~4)}もあり、必ずしも円滑に工事が進行しているとは言いがたく、関係者間の解体工事に対する認識・意識の違いなどについての実状を把握する必要がある。これに加えて、建設業界全体の風潮として若年層の技術・技能職離れの傾向が顕著であり、技術・技能の継承は深刻な課題となっており、解体工事業においても例外ではないといえる。こうした中で、既往の調査・研究では、解体工事業の業務形態に関する調査^{5)~7)}、副産物の処理の実態調査⁸⁾および施工方法の技術的検討例^{9)~11)}などに関するものが主となっており、コスト、工期、指針の運用に関する障壁および施工体制などについて総合的に検討された事例が極めて少なく、現場の実状について不明な点が多い。

このような背景から、本調査は解体工事に直接的に携わっている実務者を対象として、解体工事の実状や直面している課題などについてアンケートを実施し、解体工事の実態を把握するとともに、今後の解体工事の安全性向上と解体技術の更なる向上に寄与する基礎資料の作成を目的とした。アンケート調査は、2008年度より2か年に渡って実施されたものであり、本報告では、2008年度において得られた結果¹²⁾に2009年度の結果を合わせて取りまとめた結果を報告する。

2. アンケート調査の概要

2.1 調査対象および調査期間

調査対象は、日本電信電話株式会社 (NTT) に登録されている全国の電話番号から「解体工事」をキーワードに検索された8,055件の解体工事関連業者のデータベースから、無作為に抽出した合計2,625件(2008年度:1,000件,2009年度1,625件)を対象として、郵送にてアンケート質問票の配布・回収を行った。

2.2 調査項目

調査項目について表-1に示す。「回答者の立場および所属企業の概要に関する事項」、「受注に至るまでの事前調査および見積りに関する事項」、「解体工事の施工計画に関する事項」、「解体工事の施工に関する事項」に加え、「人材教育および技能継承に関する事項」の

5項目に関して質問し、択一式または自由記入にて回答する形式とした。

2.3 回収数

配布件数および回収件数を図-1に示す。アンケートの回収件数は、合計155件で回答率は5.9%であった。回答件数が極端に少ない地方もあるが、概ね地方の偏りなく回収されたものとする。

2.4 回答者の概要

回答者の経験年数は、10年以上が80%程度であり保有資格は、解体工事施工技士が最も多く、続いて1,2級施工管理技士であった。また、過去1年間に関わった工事の平均延床面積は、1,000~3,000m²が33%と最も多く全体に延床面積が1,000m²以上の解体工事に関与している割合が65%程度を占めていた。

以上から、回答者は解体工事における主導的な立場からの回答が多く、かつ一定規模以上の構造物を解体する立場にあるものと推察される。

3. 調査結果および考察

3.1 受注に至るまでの実状

表-1 アンケート調査・質問事項

調査項目	質問項目
受注に至るまでの事前調査および見積りに関する事項	・事前調査
	・見積り、請負単価
	・請負体系
解体工事の施工計画に関する事項	・事前調査
	・設計図書
	・施工計画
	・工期
	・工法の選定
	・スラブサポート
	・計画と施工との相違
解体工事の施工に関する事項	・施工管理
	・安全衛生
人材育成および技能継承に関する事項	・人材募集
	・技術、技能継承
	・研修会の実施状況

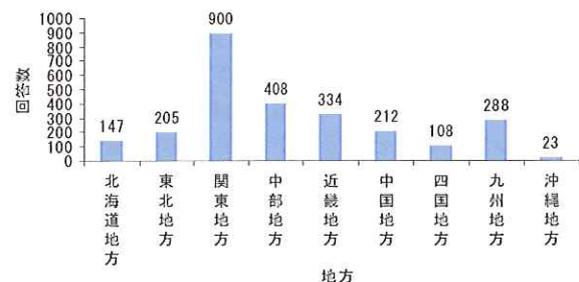


図-1 配布・回収件数

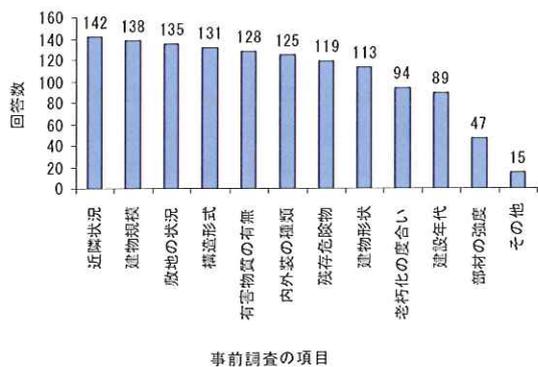


図-2 事前調査の項目

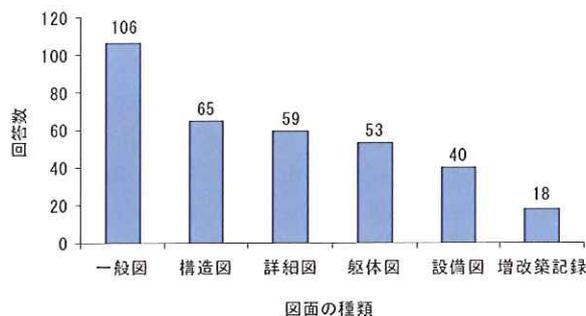


図-3 設計図書の有無と種類

(1) 事前調査

解体建物に対しての事前調査の項目を図-2に示す。これは、事前調査のうち必ず実施する項目についての回答である。事前調査の項目は、部材の強度についての回答が著しく少なかったが、若干の差異はあるものの全般的に調査されている実態がうかがえる。部材の強度についての回答が少なかったことは、回答者が関わる解体建物に木造が比較的多いことが影響していると思われる。

設計図書の有無と種類を図-3に示す。設計図書の種類は、一般図が最も多く、詳細図、設備図、構造図および躯体図などの詳細を示した図面が少ないことが分かる。また、増改築記録に関する図面は極めて少なく、既往の調査報告¹²⁾と同様の傾向を示していた。通常、一般図は縮尺が大きく解体建物の概略の情報のみの記載に留まることに加え増改築記録も少ないことから、実際に解体工事に着手してから判明する事項が少なからず存在することを示唆しているものと考えられる。

(2) 見積りおよび単価

見積りおよび単価の実状を表-2に示す。回答は直近3年間の平均である。見積り金額と請負金額の差異の有無は、差異があったとした回答が74%であり、ほとんどの回答者が見積りに対しての請負金額の差異に関する意識を持っていることがうかがえる。また、減額の程度は、2~4割が44%、続いて1~2割が41%となっており、見積り金額に対して大幅に請負金額が縮減される場合もあることが明らかとなった。

単価に対する満足度は、若干不満であるを含めて85%が不満であると回答しており、満足しているとした回

表-2 見積りおよび単価の実状

質問項目	回答項目	回答(%)	
見積り金額と請負金額の差	差異の有無	有	74
		無	26
	減額の程度	1~2割	41
		2~4割	44
		4~6割	9
		6~8割	3
8~10割		3	
単価に関する実状	単価に対する満足度	非常に満足している	1
		おおむね満足している	15
		若干不満である	38
		非常に不満である	46
単価交渉の経験と受け入れ有無	単価交渉の経験の有無	有	72
		無	28
	単価交渉受け入れの有無	有	74
		無	23
		その他	3

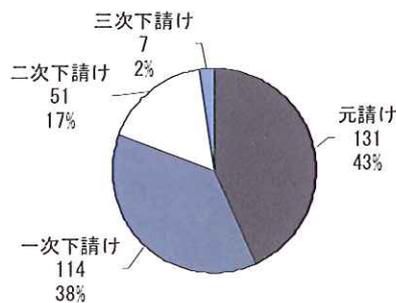


図-4 解体工事の請負体系

答を大きく上回っていた。

発注者または元請け業者への単価交渉を行った経験は、72%があると回答しており交渉したことがないとした回答を大きく上回った。また、単価交渉の結果受け入れられたかどうかについては、受け入れられたことがあるとする回答が74%であり、交渉次第によって単価が上がる場合のあることがうかがえる。

(3) 請負体系

解体工事の請負体系を図-4に示す。回答は直近3年間の平均である。請負体系は、元請けと一次下請けを合わせて81%であった。これは、回答者の偏りによると思われるが、既往の調査報告¹²⁾に指摘される重層下請けの構造とは異なる傾向にあった。

3.2 施工計画に関する実状

(1) 施工計画および工期

施工計画および工期の実状を表-3に示す。施工計画の重要性に関する意識は、とても重要だと思うのが80%であり、回答者のほとんどがその重要性について意識していることがうかがえる。また、施工計画の立案に参画するかとの問いについては、参画してことがあるも含めると80%が参画した経験を有していることが分かる。しかし、元請けの立案した施工計画に対しては、時々感じるを含めて86%が何らかの不備・不満を感じている傾向がうかがえる。

工期に関する実状では、解体工事の工期が適正であるか否かの問いについて、適正であるが62%、適正とは思わないとする回答を上回った。また、適正な工期と

表-3 施工計画および工期の実状

質問項目		回答項目	回答(%)
計画	施工計画の重要性	とても重要だと思う	79
		あまり重要だとは思わない	21
	計画立案への参国の有無	必ず参国する	34
		参国したことがある	46
		参国したことがない	20
計画の不備・不満	よく感じる	12	
	時々感じる	74	
	感じない	14	
工期	適正工期か否か	適正である	62
		あまり重要だとは思わない	38
	工期交渉の有無	交渉したことがある	81
		交渉したことがない	19
	工期交渉受け入れの有無	ある	91
		ない	8
その他		1	

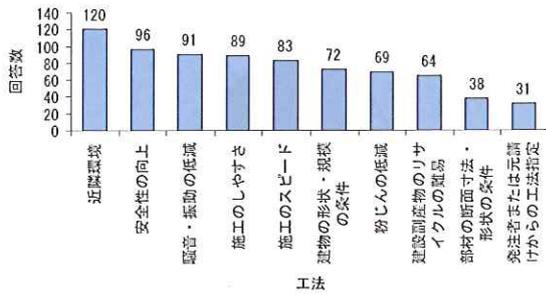


図-5 解体工法の選定理由

するために元請け業者への交渉の有無については、交渉したことがあるが81%を占めており、かつ交渉が受け入れられたと回答についても91%と非常に高いものとなっており、前述した単価交渉と同様の傾向を示した。

(2) 解体工法の選定

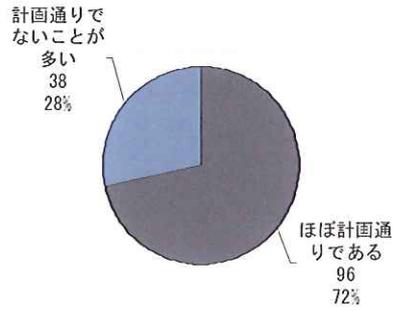
解体工法の選定理由を図-5に示す。解体工法の選定理由は、近隣環境に対する安全・環境配慮および施工速度を選択する回答が多い一方で、発注者または元請け業者から指定された工法を挙げる回答は少ない傾向であった。

(3) 施工計画と施工の相違

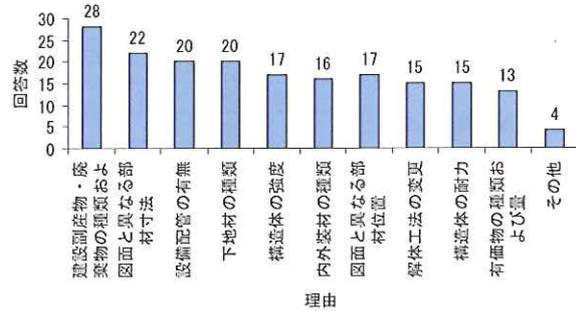
施工計画と施工との相違に関する実状について図-6に示す。施工計画と施工の相違は、ほぼ計画通りとする回答が72%で、計画通りでないことが多いとする回答が28%であり、常に計画通りであるとした回答は皆無であった。計画通りでないことが多いことに対しての理由については、建設副産物・廃棄物の種類および量を選択した回答が最も多く、解体建物の仕様が異なっていたとした回答がほぼ同程度の回答となった。この中で、解体工法の変更まで至るような食い違いは少ないと思われる。また、構造体の耐力として回答が少なかったのは、前述した通りに事前調査で部材の強度を事前に調査する回答が少なかったことと一致を見ている。

(4) スラブサポートの構造計算

スラブサポートの構造計算に関する実状を図-7に示す。構造計算は、必ずするが18%、建物に応じて行うが59%である一方で、しないとした回答が23%であった。場合によっては経験による勘のみでサポートの設置位置・本数を定めている可能性を示唆している。



【計画通りであるか】



【計画通りでない理由】

図-6 施工計画と施工の相違

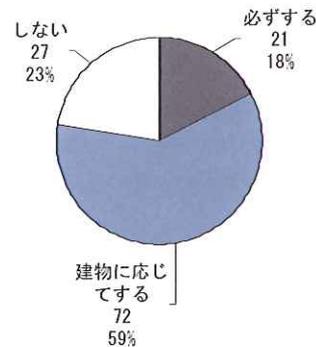


図-7 スラブサポートの構造計算の実状

3.3 施工および施工管理の実状

(1) 施工管理

施工管理で特に留意する点を図-8、施工管理に関する実状を表-4に示す。施工管理で特に留意する点は、騒音・振動・粉じんの発生抑制が最も多く、近隣環境への配慮への姿勢の高いことがうかがえる。これに続いて、建設副産物・廃棄物の分別と適正処理、床版サポートの本数および位置、安全衛生管理などとなっており、これらの事項に対する意識の高さがうかがえる。

解体工事の安全性の高さに関する認識は、安全性が高いと思うとした回答が23%に留まっており、どちらでもないという回答を含めて多くが危険を伴う工事であるという認識を有していると思われる。

元請けの施工管理者の現場への常駐については、常駐しているとする回答が26%であり、解体工事業業者のみ

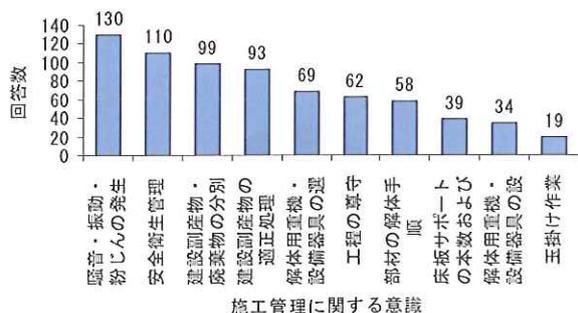


図-8 施工管理で特に留意する点

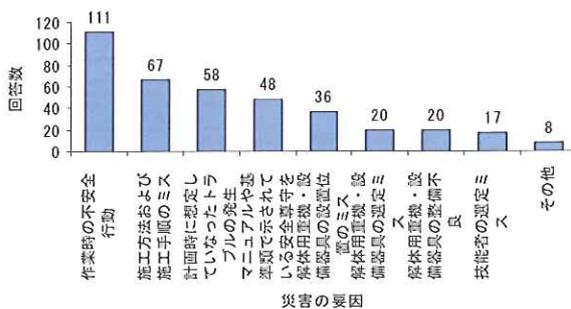


図-9 労働災害が起りやすい要因

表-4 施工管理に関する実状

質問項目	回答項目	回答(%)
解体工事は安全性が高いと思うか	安全性が高いと思う	24
	安全性が高いとは思わない	57
	どちらともいえない	19
元請け施工管理の常駐	現場に常駐している	26
	時々現場に立ち会う	68
	全く立ち会わない	6
解体工事施工士資格証の掲示	必ず求められる	18
	時々求められる	32
	求められない	50

で工事を進めることが少なからずあるという実態が示唆される。さらに、解体工事現場における解体施工士の資格者証の掲示については、求められないとする回答が50%となっており、施工管理体制が必ずしも厳密に機能していない可能性が予見される。

(2) 安全衛生および近隣環境

労働災害が起りやすい要因を図-9に示す。労働災害が起りやすい要因としては、作業時の不安全行動が最も多く、ほぼ同数で計画時の想定外のトラブル、解体重機・設備器具の設置位置のミスおよび整備不良が続く結果となった。

ヒヤリハットの事例を図-10に示す。ヒヤリハットの事例については、回答数自体が少なかったものの重機による事故等を挙げる回答が最も多く、続いて連絡不足、足場からの落下、壁の落下に関する回答となった。連絡不足を挙げた回答が多いことから、解体工事現場での連携が必ずしも円滑に機能しない場合が少なからずあることを示唆するものと思われる。

安全性を高める取組みを図-11に示す。安全性を高める取組みは、技能者の選定および安全教育の実施、技能者への施工計画の周知とする回答が多く、解体工事に関与する人的要因への取組みが安全性の向上に寄与すると認識していることがうかがえる。続いて、マニュアルや規準類に示される安全事項の遵守とする回答となった。

解体工事中に近隣から苦情が寄せられた原因について図-12に示す。苦情の原因は、振動が最も多く、続いて振動、粉じんとなっていた。これは、解体工事特有の問題の一般的な傾向¹⁾と合致を見ており、未だに解体工事現場の近隣からの環境配慮への要望が騒音・振動・粉じんの発生抑制に集約されていることがうかが

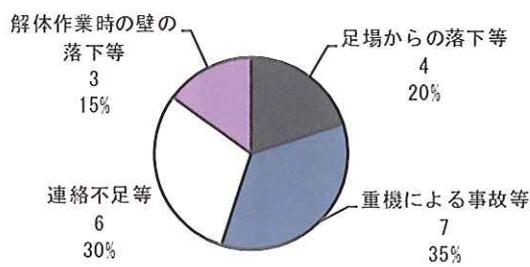


図-10 ヒヤリハットの事例

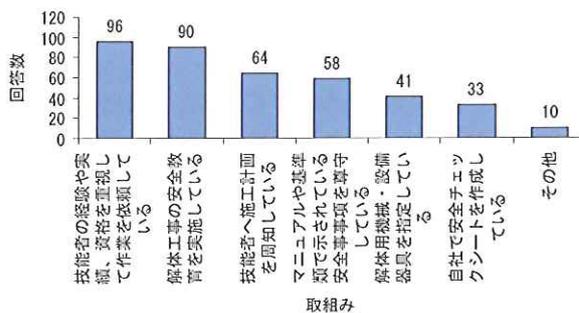


図-11 安全性を高める取組み

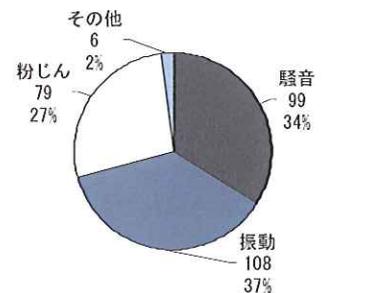


図-12 近隣から苦情が寄せられた原因

3.4 人材育成および技術・技能継承について

(1) 人材募集

人材募集の実状を表-5に示す。人材募集への応募状況は、非常に多い、多いおよび普通との回答を含めて69%となっており、一定の募集があることが多いと推察されるが、ほとんどない、全くないを合わせて41%の回答を得ており、一部では応募が停滞している可能性がある。

人材募集への取組みについては、ハローワークへの

表-5 人材募集の実状

質問項目	回答項目	回答(%)
人材募集への募集状況	非常に多い	4
	多い	6
	普通	49
	ほとんどない	30
	全くない	11
人材募集への取り組み	ハローワークへの求人登録	41
	知り合いへの働きかけ	34
	求人雑誌への広告	12
	教育機関への求人募集	5
	建設他業者への求人募集	5
	その他	3

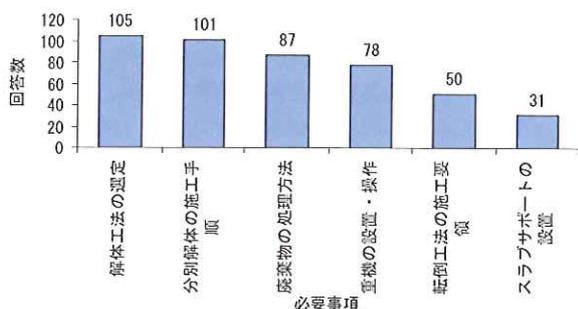


図-13 技能継承が必要な事項

表-6 技能継承の実状

質問項目	回答項目	回答(%)
技能継承の状況	困難である	29
	問題となっていない	71
技能継承への対策	関係者による直接指導	55
	研修会への参加	36
	その他	9

求人登録と知り合いへの働きかけが突出した回答数となっており、比較的限定された範囲内での人材募集が一般的であると思われる。

(2) 技術・技能継承

技能継承が必要な事項を図-13に示す。解体工事の施工に関して技術・技能継承が特に必要な事項については、解体工法の選定、分別解体の施工手順および廃棄物の処理方法とする回答が多く、続いて重機の設置・操作となった。これは、解体工事において重要と認識されている技術・技能が工法選定と廃棄物処理に集約されていることを示しているもの考えられる。

技能継承の実状を表-6に示す。技能継承の状況については、困難であるとした回答が28%に留まり72%が問題視していない結果となった。何年前から困難であるかとの回答は、平均して8年前からとなったが、なかには10年以上前と回答している場合もあり、一部では以前から技能継承が困難な状況に陥っている可能性がある。また、技能継承への対策については、研修会への参加が50%と最も多く、経験者による直接指導を行うケースが続く結果となった。

(3) 各種研修会の実施状況

人材育成のための各種研修会の実施状況について表-7に示す。各種研修会の実施有無については、新人教

表-7 人材育成のための各種研修会の実施状況

研修会の種類	実施有無(%)		開催頻度(3年間平均)
	実施している	実施していない	
新人教育に関する社内研修会	50	50	定期的開催：4.8/年 不定期開催：4.0/年
	71	29	
安全教育に関する社内研修会	57	43	定期的開催：9.2/年 定期的開催：3.7/年
	69	31	
解体技術に関する社内研修会	57	43	定期的開催：2.1/年 定期的開催：2.5/年
	69	31	
解体技術に関する社外研修会	57	43	定期的開催：2.1/年 定期的開催：2.5/年
	69	31	

育と解体技術に関する社内研修会の実施がほぼ半数程度の実施に留まったのに対して、安全教育和解体技術に関する社外研修会の実施が70%程度となり、これに関する関心の高さがうかがえ、安全教育は社内、解体技術については社外から積極的に受け入れる姿勢が見て取れる。また、各種研修会の対象者については、安全教育と解体技術に関する社内研修会には技能者を対象としている回答が半数以上となっている反面、解体技術に関する社外研修会については現場責任者を主として参加させる傾向が高くなっている。また、直近3年間における研修会の開催頻度については、定期的開催に限っては解体技術に関する社内研修会が安全教育より多くなっていた。解体技術に関する社外研修会の実施は定期開催・不定期開催とも3回/年以下であった。

4. まとめ

本調査では、解体工事に直接的に携わっている実務者を対象に、解体工事の実態を把握するとともに解体工事の安全と解体技術の更なる向上に寄与する基礎資料の作成を目的としてアンケート調査を実施した。

本調査の結果得られた解体工事の実状や直面している課題を以下にまとめる。

(1) 受注に至るまでの実状について

- 1) 事前調査の項目は、部材の強度について著しく少ないが、全般的に調査されている。設計図書の有無は、ケースバイケースであるが、設計図書の種類は、一般図が最も多く詳細図の存在は少ない。
- 2) 見積り金額と請負金額の差異に関する意識は、差異があるとした回答が74%で極めて多い。
- 3) 単価に対する満足度は、ほとんどが不満を持っている。単価交渉は、72%が経験しており、このうち74%が交渉を受け入れられた経験を持つ。
- 4) 請負体系は、一般に指摘される重層下請けの構造とは異なり元請けと一次下請けを合わせて81%である。

(2) 施工計画に関する実状について

- 1) 施工計画の重要性に関する意識は、ほとんどが重要性を認識している。また、施工計画の立案に80%が参画した経験を有している。しかし、元請けの立案した施工計画には、86%が何らかの不備・不満を感じている。
- 2) 適正工期と思うかどうかはケースバイケースである。適正工期とするための交渉は、81%が経験しており、かつ交渉を受け入れられたことも91%と非常に高い。

- 3) 解体工法の選定は、安全、環境配慮および施工速度によって判断されることが多い。
- 4) 施工計画と施工の相違は、常に計画通りであるとした回答は皆無であり、特に建設副産物・廃棄物の種類および量、解体建物の仕様が相違しているとの認識が多い。
- 5) スラブサポートの構造計算は、必ずするが18%、建物に応じて行うが59%である一方で、しない場合が23%である。

(3) 施工および施工管理の実状について

- 1) 施工管理で留意する点は、騒音・振動・粉じんの発生抑制、安全衛生管理、建設副産物・廃棄物の分別と適正処理に対する意識が高い。
- 2) 解体工事は、ほとんどが危険を伴う工事であるという認識を持つ。
- 3) 元請けの施工管理者の現場への常駐について、解体工事業者のみで工事を進めることが少なからずあり、施工管理体制が必ずしも厳密に機能していない可能性がある。
- 4) 労働災害が起りやすい要因は、人的要因が多くこれへの取組みが安全性の向上に寄与すると認識している。

(4) 人材育成および技術・技能継承について

- 1) 人材募集へは一定の募集があることが多いと推察されるが、一部では応募が停滞している。人材募集は、比較的限定された範囲内での募集が一般的である。
- 2) 技術・技能継承が必要な事項は、解体工法の選定、分別解体の施工手順および廃棄物の処理方法である。技能継承は、多くが問題視していないが、一部では以前から困難な状況に陥っている場合がある。また、技能継承への対策は、経験者による直接指導、研修会への参加が多い。
- 3) 各種研修会の実施は、安全教育と解体技術に関するものが多く、安全教育は社内で、解体技術については社外から積極的に受け入れる傾向にある。

<謝辞>

本アンケート調査には全国の解体工事業者の方々より多大なるご協力を頂きました。調査実施にあたって、日本大学名誉教授・笠井芳夫博士、(前)足利工業大学教授・毛見虎雄博士、(社)全国解体工事業者団体連合会専務理事事務局長・出野政雄氏、ならびに事務局各位、アスベックス(株)・山田徹氏、桜建会材料施工研究会、桜建会若手会の諸氏より貴重なご指導ご助言賜りました。アンケート調査の取り纏めに際して日本大学大学院(当

時ものつくり大学)・吉田雪乃さん、ものつくり大学・森本和雅君、坂本治城君および松田健也君を中心とした学生諸君より助力を得ました。ここに、紙面を借りて深謝申し上げます。

<参考文献>

- 1) 例えば、高橋英孝、湯浅昇、佐々木隆、笠井芳夫：新解体工法について—ダルマ落とし解体工法の概要、日本大学生産工学部第41回学術講演会、pp. 75-78, 2008. 12
- 2) 全国解体工事業者団体連合会：解体工事における労働災害事例集、2008. 3
- 3) 湯浅昇、笠井芳夫、松井勇、佐々木隆：解体工事における労働災害と年齢・経験の関係、日本大学生産工学部第41回学術講演会、pp. 71-74, 2008. 12
- 4) 佐々木隆、湯浅昇、笠井芳夫：解体工事における事故災害調査、日本大学生産工学部第42回学術講演会、pp. 89-92, 2009. 12
- 5) 浦憲規：資源循環型社会の構築に関する研究、日本建築学会北陸支部研究報告集、第45号 pp. 307-310, 2002. 6
- 6) 高橋正樹、角田誠：解体工事業者の業務形態の実態に関する調査研究、日本建築学会大会学術講演梗概集A-1分冊、pp. 705-706, 2001. 9
- 7) エックス都市研究所：解体工事業者に対する実態調査アンケート、1999. 11
- 8) 例えば、全国解体工事業者団体連合会：解体工事に係る廃棄物処理等に関する実態調査アンケート報告書、2008. 6
- 9) 河合栄作、中平和人：解体建物における床サポート本数の合理化の提案、日本建築学会技術報告集、第25号、pp. 39-42 2007. 6
- 10) 山口善弘、菊池雅史、青山謙一、小山明男：解体工事前調査手法とそれを採用した工事の報告、日本建築学会技術報告集、第24号、pp. 43-48, 2006. 12
- 11) 鈴木信也、半田雅俊、上長三千良、甲野陸泰：近隣配慮型解体工法の開発、日本建築学会大会学術講演梗概集A-1分冊、pp. 815-816, 2006. 9
- 12) 大塚秀三、湯浅昇、齋藤俊克：建築解体工事の実状に関する調査、日本大学生産工学部第42回学術講演会、pp. 85-88, 2009. 12
- 13) 国土交通省：建築物の解体工事における外壁の崩落等による事故防止対策について報告書、2003. 6
- 14) 例えば、解体工法研究会編：新・解体工法と積算、(財)経済調査会、2003. 6