メーソンリー造の面外方向応力 に対する構造規定の研究委員会

一般社団法人 北海道建築技術協会

目次

1.はし	じめに	••• 1
2 . CB	造帳壁の適用範囲の拡大に向けての構造計算による安全確認	
2 . 1	CB 造帳壁の適用範囲の拡大に向けて	••• 3
2 . 2	CB 造帳壁の構造計算による仕様の検討方法	6
3 スラ	ラブがある場合の臥梁とスラブ構造の検討	
3 . 1	臥梁施工の省力化	•••14
3 . 2	コンクリート合成スラブのスラブ型枠としての利用	•••15
4 CB	造住宅構法・施工法における技術的課題	
4 . 1	CB 造住宅構法の改良に向けて	···16
4 . 2	改良に向けた具体的な課題	···17
5 技術	行紹介	
5 . 1	充填モルタルの階高充填工法	···20
5 . 2	CB 造壁体の PCa 化	• • • 24
5 . 3	2 重の耐力壁構造	···25
5.まる	⊆め	··· 26

1.はじめに

日本建築学会の壁式構造関係設計規準集・同解説 (メーソンリー編)(2006年3月、以下「学会メーソンリー規準」と略記)には、コンクリートブロックあるいはれんがで構成される構造部材や非構造部材に関して、耐震性・耐風性を確保するための構造仕様とその適用範囲が示されている。また、同規準には、その解説において、構造仕様決定の考え方などが示されていると共に、例外規定として、特別な計算などにより安全を確認できたものについては本規準の適応外としている。当委員会は、コンクリートブロックの利用拡大を図るため、学会メーソンリー規準の適用範囲外となる構造仕様決定のための具体的な検討方法を示すこと、また、同規準を遵守しつつも施工性の向上などを図った構造仕様を示すことで、設計技術者を支援し、メーソンリーの利用・促進の一助とすることを目的として設置された。

本委員会では、今後、改修時にも活用が見込まれるコンクリートブロック造帳壁について、適用可能な階高を学会メーソンリー規準よりも高くすることを目的とし、主に主要支点間距離の検討方法を精査し、学会メーソンリー規準で規定されている主要支点間距離を上回る場合の帳壁の構造仕様を示した。

また、補強コンクリートブロック造建築物においては、ブロック造耐力壁の一体性を高めるために、耐力壁の上下部に鉄筋コンクリート造の臥梁または布基礎を設けなければならないが、この臥梁の施工に要する作業が工期短縮などの妨げとなっていることに鑑み、在来技術によって臥梁施工の省力化を図る方法について検討・提案を行った。

この他、委員会での情報交換を通じて得られた、CB 造住宅構法・施工法の改良へ向けての技術的課題や、国内外の施工技術を整理した。

「帳壁」や耐力壁の一体化を図るための「臥梁」については、主に面外応力に対する検討が必要となる。本委員会の名称に「面外方向応力」とあり、面外応力に対する検討が必要となる部材は多々あるが、本委員会では、委員会発足初期の段階で対象を「帳壁」と「臥梁」に絞って検討を進めることとした。そのため、「帳壁・臥梁委員会」と言う略称で活動を行ってきた。

本委員会の設置期間は平成 23 年度~24 年度の2年間である。体制及び委員会の開催状況は次のとおりである。

・体制

委員長 植松武是(北海道立総合研究機構北方建築総合研究所)

幹事 木村芳昭(株式会社よねざわ工業)井上敏明(北海道農材工業株式会社)

委 員(公募、五十音順)

石山 祐二 ((一社) 北海道建築技術協会 副会長(当時) NewsT 研究所)

川治 正則((一社)北海道建築技術協会 会長(当時))

駒木根洋一((一社)北海道建築技術協会 理事)

野田 恒((一社)北海道建築技術協会 常任理事)

長谷川寿夫((一社)北海道建築技術協会 専務理事(当時))

堀江 孝照(堀江産業株式会社)

米澤 稔((一社)北海道建築技術協会副会長、株式会社よねざわ工業)

以上、全10名

・委員会開催状況

平成 23 年度 第1回 日時:8月1日13:30~15:00

場所:札幌エルプラザ

第2回 日時:9月30日13:30~14:45

場所:札幌エルプラザ

第3回 日時:11月2日

場所:札幌エルプラザ

第4回 日時:12月9日13:30~15:15

場所:札幌エルプラザ

第5回 日時: 3月9日13:30~15:00

場所:プレスト1・7

平成 24 年度 第1回 日時: 5月11日15:00~17:00

場所:エルプラザ

第2回 日時:8月29日15:10~16:45

場所:エルプラザ

第3回 日時:11月2日15:00~16:30

場所:札幌エルプラザ

第4回 日時:12月7日15:00~16:30

場所:札幌エルプラザ

第5回 日時: 2月6日15:00~15:00

場所:札幌エルプラザ

第6回 日時: 2月27日15:00~17:00

場所:札幌エルプラザ

以上、全11回

2.1 CB 造帳壁の適用範囲の拡大に向けて

コンクリートブロック(以下 CB)帳壁は、ラーメン構造の間仕切りや外壁などに利用され、現存する建物でも度々目にする非耐力壁である。この帳壁は、容易で安価に耐火及び防火性能のある壁が構築でき、遮音性能も高いこと、また壁面の強度が高く衝撃にも強いので、一頃はビル建築や施設において多く利用された。例えば、鉄筋コンクリート(以下、「RC」と略記)造ビル地階の駐車場外周壁やビル低層部の間仕切り壁、マンションの住戸区画やパイプスペース、ホテルなどの間仕切り壁、工場や倉庫などの外壁及び腰壁など、実に多くの場所に活用されている。

しかし時代の流れに沿って、新建材の進出や建設技術の開発が進み、作業環境も大きく変化する中、道内の CB 需要もその影響を受けてきた。道立寒地建築研究所が、昭和 58 年に行った道産建築材料の調査研究によると(図 2-1-1参照) CB の使用状況は、全体で 1200 万個 表2-1-1参照) の販売量に対し、間仕切壁用が44.9%を占めていた(表 2-1-2参照)。最近のこれと同様の調査研究は見当たらないが、全道で CB 販売量は数百万個の規模であり、この用途に使用されている割合はその 5%以下と思われるので、この 30 年間で 1/50 以下に激減したことになる。

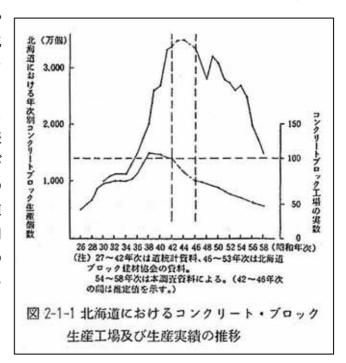


表 2-1-1 過去 5 箇年間における品種別の生産実績と出荷量の推移 単位 - 個数万)

TF:	8 1	生		産 請		出		商 缸				
種			54 年	55 年	56 年	57 年	58 年	54 Œ	55 年	56 年	57 年	58 年
空闘コンクリート	ブロゥ	,7	2,684	2, 328	1,858	1,589	1,435	2, 115	1,978	1,554	1,211	1, 193
型枠ブロ	.,	7	15	23	12	25	23	7	9	10	10	11
化粧ブロック	采 •	A	73	95	104	92	94	80	94	85	91	93
化粧ブロック	系•	В	190	200	160	170	168	150	200	190	163	170

(備考)① 各覧に示す値は基本型・横筋用・異形等を含む総数である。 ② 化粧ブロック系・Aは非構造材,Bは構造材・(タイル化粧ブロック、セラミックブロック等を含む)の値である。 ③ 上記の計量は一部の推定値を含む算定である。なお、以下、表 - 7.8 についても同様である。

表 2-1-2 地域別に見た空胴ブロックの使用状況 (58年度)

地址	支別	業務用建物	ブロック遊住宅	間任切號用	基礎語り工事	土木関係工事	門察工事	その他	습 화
酒	央	8.9 %	5.8 %	44.1 %	1.3 %	0.7 %	35.7 %	3.5 %	100 %
I	濟	3.0	7.6	46.9	3.0	2.1	36. 4	1.0	100
道	東	27.4	19.7	38.4	1.0	8.2	4.2	i. 1	100
ŭ	北	10.6	7.0	59.6	0.5	0.5	16.8	5.0	100
全	遊	11.3	8.3	44.9	1.1	1.7	29.5	3.2	100

図表は全て北海道立寒地建築研究所(現 北海道立研究機構建築研究本部北方建築総合研究所)昭和 58 年度 調査研究報告集「道産建築材料の生産技術の評価並びに改善に関する研究」より抜粋。 CB 帳壁が衰退の一途をたどった理由には、いくつもの問題点が重なっている。考えられる問題点を、書き出してみた。

CB 造帳壁の構造は、建築基準法施行令に定めがあるほか、日本建築学会(以下、「AIJ」と略記)の壁式構造関係設計規準の「コンクリートブロック帳壁構造設計規準」に制定されているが、利用範囲が限られている~例えば、主要支点間距離が、地上階で最大 3.5m (地下階は 4.2m)に制限されている。

CB 造壁体は重量が大きいため、構造部材断面が大きくなり、躯体コスト面で不利なため、設計段階でより軽量な CB 造以外の帳壁工法が選ばれる。また、中層や高層の建物では、風圧に対しては有利なものの、やはり重量の大きさがネックとなり、CB 帳壁に作用する外力だけでなく躯体へ作用する外力も大きくなり、躯体コストも高くなる。

CB 組積工事は半湿式工法であるが、生モルタルを作る機具設置や硬化時間が必要であり、 気温や雨天に対する入念な養生が必要であるので、作業現場の負担も大きい。

帳壁組積工事には、場内小運搬、荷揚げ、配筋、組積、目地仕上げ、残材などの後片付け 清掃、場合により型枠組み立て解体とコンクリート打設が必要となる。結果として、作業 現場は人海戦術によることとなり、人員投入次第で工期が左右される。天候にも影響を受 け易く、工程管理が不安定となるため元請建設会社に敬遠された。

施工の品質管理面で、組積技能士の資格の有無や技能レベルの差により、施工品質に差が出やすい。

防水性~外壁に使用する場合は防水性に不利な面があることから、外断熱工法の採用や外気に対する防水対策を必須とする。

一方、CB 帳壁が設計面や作業性、コスト面などで優位性のある場合を検討してみると、以下の点が考えられる。

耐火性、防火性と遮音性が優れている。

湿潤状態でも強度に変化がないので、水回り部分に適している。(厨房、ユーティリティー、WCなど)

衝撃性や壁面強度が高い。(工場や倉庫などに適している)~例えば、外壁では突風などによる飛来物に対しても強い。

壁面に、研磨や凹凸加工した CB を利用することで、内外装の化粧面として利用できる。 RC 造間仕切り壁に比べ、解体、改修が容易である。

風洞の壁に利用する場合、壁の振動による音鳴りが出ない利点がある。

工事中に組積体が自立するので、サポートをする部材や仮設作業が不要。

リフトによる場内小運搬が容易な場合は、作業性が向上する~ビル低層部の間仕切壁、地 下駐車場や機械室の外周壁、平屋の倉庫や工場など

間仕切壁改修工事における騒音が少なく、居ながら施工に適している。

これらの考察により、ビルの低層部や倉庫などのリフトなどによる小運搬が容易な部位の用途について、CB 帳壁が利用できる可能性は高いと考えられる。

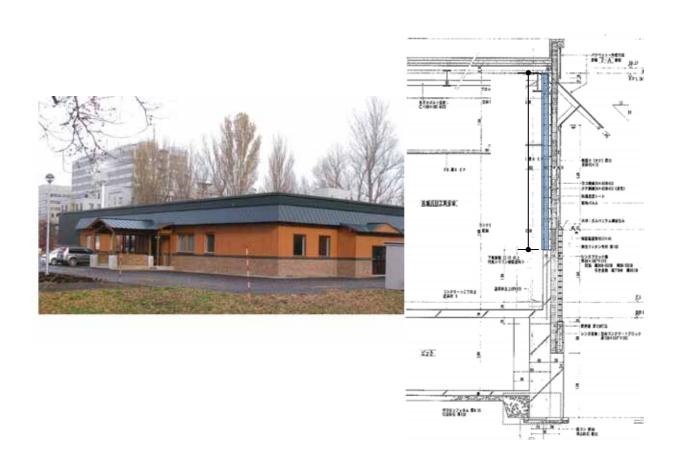
方や、工場および倉庫の軒高や比較的規模の大きなビルの低層部階高は高い傾向があり、間 仕切壁高さが AIJ 設計規準の支点間距離の適用範囲(3.5m 以下、地下階 4.2m 以下)を超えて いる場合がある。その対応のため、RC 造の基礎を立ち上げたり、垂れ壁を設けたり、あるい は中間に RC 造梁を設けて、最大の支点間距離の範囲内に収めている。これらは、本来の CB が持つ化粧面や施工性の利点を損なうだけでなく、コスト高と工期が延びる原因になっている。

次の項では、AIJ 壁式構造関係設計規準の CB 造帳壁に関する構造規定を精査し、同設計規準の仮定条件の根拠を確認した。その上で現行規準の適用範囲を超える場合の構造仕様を、構造計算によって定める場合の計算手順を示す。CB 帳壁の設計規準が定める支点間距離の適用範囲を超えた場合の構造計算について、構造設計者の設計・説明資料とされたい。

2.2 CB 造帳壁の構造計算による仕様の検討方法

図 2-2-1 に示すような物件において、必要主要支点間距離が 3.5m を超える一般帳壁に、厚さ 150mm か 190mm の型枠コンクリートブロックを活用したい場合を考える。

日本建築学会のコンクリートブロック帳壁構造設計規準(以下、「学会設計規準」と略記)に示されている構造仕様の主要支点間距離は3.5mとなっている。従って、同規準にある「本規準は設計計算の一つの手法を示したものである。したがって、特別の構造計算・実験等によって、安全性を確認されたブロック帳壁に対しては、本規準の一部を適用しなくても良い。」の記述に従い、構造計算によって4.0mを超える主要支点間距離とする場合の構造仕様を決定する。



(1)計算条件

下記の事項を除き、学会設計規準に準拠する。

1)使用する材料について

学会設計規準において対象としているコンクリートブロックの仕様は次のとおりである。

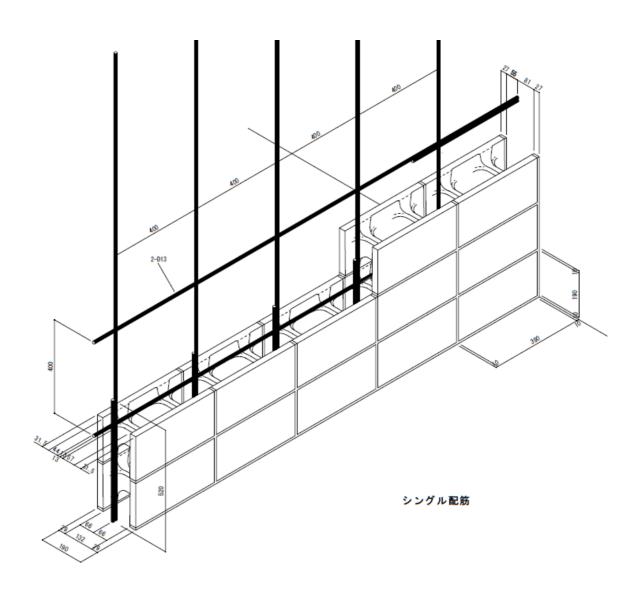
JIS A 5406(2010) - 厚さ 100、120、150、190mm 正味断面圧縮強度 8(A)、12(B)、16(C)N/mm²以上 全断面圧縮強度はその半分 本検討では、正味断面圧縮強度が 25N/mm^2 となる高強度の型枠コンクリートブロックを使用することとする。

型枠コンクリートブロックの厚さは 150mm か 190mm のいずれかとしたいので、両方についての検討を行うこととする。

2)配筋について

D10 あるいは D13 を使用したシングル配筋とする。ダブル配筋とすることにより耐力の余裕度 を高めることも検討したが、型枠コンクリートブロック内の配筋スペースが限られているため、 シングル配筋での検討を行うこととした(図 2-2-2、2-2-3 参照)。

配筋間隔は型枠コンクリートブロックの形状に合わせて 400mm とする。



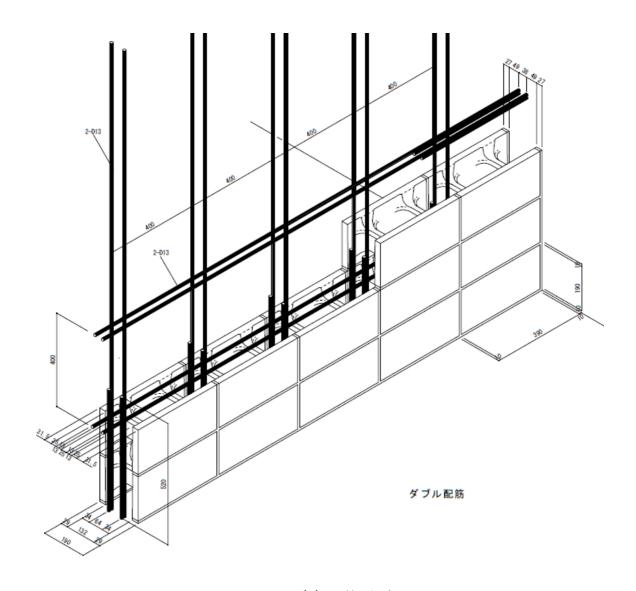


図 2-2-3 ダブル配筋の場合

(2)応力、断面の算定について

1)「目地ずり」を考慮した実有効せいについて

学会設計規準では、断面に作用する圧縮力はフェイスシェルが負担し、引張力は帳壁断面中央の縦筋が負担する、一種の単筋 T 型梁の連続であると帳壁の断面をみなして曲げ応力に対する断面算定を行っている(図 2-2-4 参照)。その際、有効せい d は、目地ずりによる後退量 d を考慮した実有効せい d を用いている(図 2-2-5 参照)。

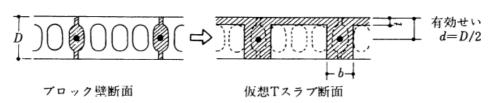
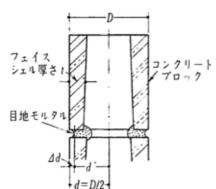


図 2-2-4 学会規準における面外曲げに対する断面の仮定 (学会設計規準より抜粋)



目地ずりのため d だけ後退 実有効せい d = d - d

120mm 以下のブロック: d = 0.1d150mm 以上のブロック: d = 7mm

図 2-2-5 学会規準におけるブロック帳壁断面の仮定と目地ずりを考慮した実有 効せいの考え方(学会設計規準より抜粋)

学会設計規準に示されている目地ずりによる有効せいの後退量 d は、厚さ 150mm 以上のコンクリートブロックについては 7mm となっている。型枠コンクリートブロック造の壁において、目地を強調するような意匠上の特別な効果を狙う場合、同値のような深い目地とすることも考えられるが、ここではこのような意匠上の特別な効果は求めない一般的な型枠コンクリートブロック帳壁としての活用を想定しているため、改めて目地深さの実測調査を実施した(写真 2-2-1 参照)。「通常よりも深い目地」として施工された物件において、角目地と丸目地のそれぞれの横目地と縦目地について 20 箇所、全 80 箇所の目地深さをノギスにより実測した結果、目地深さの平均値は 2.87mm であった(表 2-2-1 参照)。また、標準偏差は 0.59mm であり、これら実測値が正規分布と見なせると仮定すれば、 $2.28 \sim 3.45$ mm の間に 68.26%、 $1.69 \sim 4.04$ mm の間に 95.44%、 $1.11 \sim 4.63$ mm の間に 99.73%が含まれることとなる。





表 2-2-1 目地深さの実測調査結果

	状 2-2-1 口心外にの天然的且加木						
	角目]地	丸目	目地			
計測 No.	横目地深さ	縦目地深さ	横目地深さ	縦目地深さ			
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)			
1	2.85	2.65	2.95	3.40			
2	2.85	2.20	2.25	3.45			
3	2.10	2.25	2.65	2.65			
4	3.45	2.45	2.65	2.55			
5	4.15	3.05	2.25	3.05			
6	3.05	3.65	2.35	3.25			
7	2.35	2.80	3.65	4.15			
8	2.50	2.60	4.50	2.70			
9	2.45	2.45	3.80	2.40			
10	3.00	2.75	3.25	2.15			
11	2.25	3.00	2.35	3.35			
12	2.05	2.95	3.40	3.30			
13	2.65	2.90	3.55	2.80			
14	2.00	2.25	3.00	2.45			
15	2.95	1.95	2.60	3.75			
16	2.40	1.85	2.95	3.90			
17	1.85	2.25	2.85	3.70			
18	2.80	3.15	2.55	3.60			
19	2.35	2.80	4.10	3.00			
20	2.75	2.60	3.45	3.40			
平均值	2.64	2.63	3.06	3.15			
標準偏差	0.54	0.44	0.64	0.55			
全体の平均値		2.	87				
全体の標準偏差			59				
(供表) 無木口,2012.20		かずや工器 卸木品	ロー・ギュ 「茶些」	1+2の11日地 レーブ			

[備考]調査日:2012.3.8、調査実施者:㈱よねざわ工業、調査器具:ノギス、「通常よりも深い目地」として施工された物件での調査データである。

2)応力中心間距離について

学会設計規準では、コンクリートブロック造帳壁の許容曲げ耐力は、曲げ材として鉄筋コンクリート造の計算法に準じて算定することとしている。同規準の例示では、単位幅当たりの許容曲げモーメント M_A の算出時に必要となる応力中心間距離 j を、有効せいの後退量 d=7mm に対応させて $(6/8)\sim(5/7)d$ とした場合の許容曲げ耐力が示されているが、ここでは正味断面寸法を用いた鉄筋コンクリート造の計算法に準じて検討することとし、応力中心間距離 j は(7/8)d として許容曲げ耐力を算出する。

(3)計算の過程と結果

組積係数 e_s を 0.7 とすると、使用する型枠コンクリートブロックの正味断面圧縮強度 F_c = $25 \mathrm{N/mm}^2$ より、組積体の設計標準強度 F_m は、

$$F_m = F_c \times e_s$$
$$= 25 \times 0.7 = 17.5 \text{N/mm}^2$$

したがって、短期許容圧縮応力度 f_c 'は、

$$f_c' = F_m \times (2/3)$$

= 17.5N/mm² × (2/3) = 11.7N/mm²

D10 (SD295) のシングル配筋とする場合、鉄筋の断面積 a_t = 178 mm²/m、鉄筋の短期許容引張 応力度 f_t = 295N/mm²、型枠コンクリートブロックの厚さ D = 150mm より、許容曲げモーメント M_A は、

$$M_A = a_t \times f_t \times j$$

$$= a_t \times f_t \times (7/8) \times (d - d)$$

$$= 178 \text{mm}^2/\text{m} \times 295 \text{N/mm}^2 \times (7/8) \times (150 \text{mm/2} - 5.0 \text{mm})$$

$$= 3.22 \text{kNm/m}$$

同様に、型枠コンクリートブロック厚さ $150 \text{mm} \cdot \text{D}13$ シングル配筋、型枠コンクリートブロック厚さ $190 \text{mm} \cdot \text{D}10$ シングル配筋、型枠コンクリートブロック厚さ $190 \text{mm} \cdot \text{D}13$ シングル配筋とした場合のそれぞれについて許容曲げモーメントを求めると、表 2-2-2 のようになる。なお、同表には、有効せいの後退量 d を 3.5 mm とした場合の許容曲げモーメントと、中立軸を求めて算出した応力中心間距離に基づく算定値を参考までに併記してある。

表 2-2-2 許容曲げモーメント MA

型枠コンクリートブロックの厚さ	配筋	d	許容曲げモーメント MA
(mm)	自し月月	(mm)	(kNm/m)
		3.5	3.29
	D10 シングル	3.3	(3.64)
	ロロシングル	5.0	3.22
150		5.0	(3.56)
150		3.5	5.85
	D13 シングル	3.3	(6.31)
		5.0	5.73
		3.0	(6.17)
		2.5	4.20
	D10 シングル	3.5	(4.69)
	ロロシングル	5.0	4.14
100		5.0	(4.61)
190		2.5	7.49
	Dia シンガリ	3.5	(8.18)
	D13 シングル	5.0	7.36
		5.0	(8.04)

[備考]カッコ内の値は、中立軸を求めて算出した応力中心間距離に基づく算定値である。

学会設計規準では、せん断力の検討は必要としておらず、最大曲げモーメントについて、周辺の固定度に応じた弾性論か、安全側の仮定である2対辺単純支持条件から得られる次式に基づいて検証することとしている。

一般帳壁における最大曲げモーメント $M_{\text{max}} = w l_1^2 / 8$

ここで、w:壁面に直角に作用する単位面積当たりの等分布荷重、 l_1 :一般帳壁の主要支点間距離である。

本式を用いた場合、許容曲げモーメントが M_A の一般帳壁の主要支点間距離は次式により確認することができる。

 $l_1 = (8M_A/w)$

学会設計規準より、充填モルタルと鉄筋および仕上げ材の重量を含む、厚さ 150mm の型枠コンクリートブロックの自重を 4.40kN/m²、厚さ 190mm の型枠コンクリートブロックの自重を 5.36kN/m²とし(学会設計規準 p.313 参照)、同規準に準じて地上(水平震度 k=0.50)、および地階(水平震度 k=0.33)のそれぞれの地震力と、地上 20m、および地上 10m のそれぞれの風荷重(学会設計規準 p.314 参照)を求め、表 2-2-3 に掲げる。

表 2-2-3 厚さ 150mm 及び 190mm の型枠コンクリートブロック帳壁に 作用する地震力と風圧力(kN/m²)

			参考				
荷重	型枠コンクリートブロックの厚さ	地上	地上	地上	地階	(小壁用)	
		30m	20m	10m	地的		
地震力	150mm		2.22		1.45	4.40	
地辰刀	190mm		2.68		1.77	5.36	
風圧力			2.70	1.50		一般帳壁と同じ	

[備考]1)充填モルタルと鉄筋および仕上げ材の重量を含む型枠コンクリートブロックの自重、水平震度 k、および風荷重は、学会設計規準 p.313~314 を参照。

2) :水平震度 k=1.0 とした時の値

表 2-2-3 に掲げた各荷重に対する主要支点間距離を確認した結果を表 2-2-4 に一括する。厚さ 190mm の型枠コンクリートブロックを D13 のシングル配筋にて補強した一般帳壁は、主要支点間 距離を 4.5m としても許容応力を満たすことが確認できる。また、厚さ 150mm の型枠コンクリートブロックを D13 のシングル配筋にて補強すれば、地上 20m 以下に位置する一般帳壁であれば主要支点間距離を 4.0m とすることが可能であることも分かる。なお、目地ずりによる有効せいの後 退量 dを 3.5mm とした場合と 5.0mm とした場合の確認結果に有意な差は認められなかった。

表 2-2-4 厚さ 150mm の型枠コンクリートブロック帳壁の主要支点間距離の確認(m)

型枠コンクリート				高	i č	
ブロックの厚さ	配筋	荷重	地上	地上	地上	地階
フロックの序で			30m	20m	10m	九日月
		地震力		3.41		4.21
	D10 シングル	地辰刀		(3.44)		(4.26)
	D10 2 2 7 77	風圧力		3.09	4.14	
150mm		風圧力		(3.12)	(4.19)	
13011111		##電力		4.54		5.62
	D13 シングル	地震力		(4.59)		(5.68)
		風圧力		4.12	5.53	
				(4.16)	(5.59)	
	D10 シングル	##電力		3.52		4.33
		地震力		(3.54)		(4.36)
		国广力		3.50	4.70	
190mm		風圧力		(3.53)	(4.73)	
		##電力		4.69		5.77
	D10 N. Hill	地震力		(4.73)		(5.82)
	D13 シングル	国厂力		4.67	6.27	
	風圧力	風土刀		(4.71)	(6.32)	

[備考] d=5.0mm(カッコ内は d=3.5mmとした時の値)、強調:学会設計規準に示されている主要支点間距離の上限値である 3.5m 以上となることが確認できた値

(4)各種留意点等

 $A \sim C$ 種の空洞コンクリートブロックについても、対象とする空洞コンクリートブロックの正味 断面強度に基づく許容曲げモーメント M_A を算出すると共に、自重に応じた地震力を算定すること で、前節と同様の検討を行うことができる。

補足として、上記検討を行う際に話題となった各種留意点等を以下に列記する。

- ・スペーサーを利用したり、鉄筋を先組する等の工夫により、補強筋の位置の確保に努めること。
- ・地震力が作用した時に変形が大きくなる建築物においては、建築物の躯体の変形に伴う帳壁の 損傷が生じないように配慮すること。

3.スラブがある場合の臥梁とスラブ構造の検討

3.1 臥梁施工の省力化

補強コンクリートブロック造では、ブロック造壁体を補強し、壁としての一体性を高めるために、耐力壁の上下部に臥梁または布基礎を設ける必要がある。この臥梁の施工に要する配筋・型枠組立が、工期短縮・合理化施工のボトルネックとなっている。建築基準法施行令の条文から、この臥梁を省略することは出来ないが、本委員会では、大臣認定などを必要とせず、在来技術によって臥梁施工の省力化を図る方法について検討を重ねてきた。

(1) 臥梁のシングル配筋

AIJ 設計規準において臥梁の配筋例が示されているが、小規模の場合を除き、ダブル配筋の例 図となっていることから、すべての場合において、慣習的にダブル配筋で施工されているようで ある。果たしてこのダブル配筋は、どんな場合にも構造耐力的に必要不可欠のものか、検討を要する部分である。本委員会では、スラブがある場合のシングル配筋化の可能性を検討してきたが、 大きな開口部に関しては構造計算等で確認する必要がある。ダブル配筋例とシングル配筋例を以下に示す。

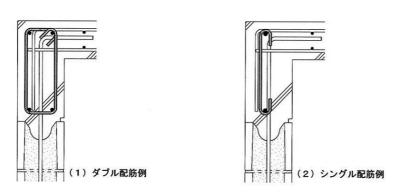


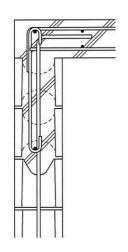
図 3-1-1 ダブル配筋とシングル配筋例

(2) 臥梁の型枠プロック構造

前項により臥梁配筋をシングルにすることで、臥梁構造を型枠コンクリートブロック造にすることが可能である。しかし AIJ 設計規準では、型枠コンクリートブロック造の壁梁に適用されているが、補強コンクリートブロック造の臥梁は RC 造に限定している。今後、壁梁と同様に扱えることを目指したい。(図3-1-2)

(3) 臥梁とスラブの納まり

スラブ厚さを厚く(18cm以上)して、このスラブ厚内に臥梁を構成する。これにより、ブロック壁の直上に厚いスラブを設ける断面となり、スラブの型枠施工が合理化される。ただし、スラブ重量が大きくなるので、軽量化の検討を要する場合がある。(図3-1-3)



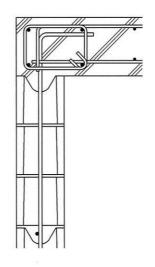


図 3-1-2 臥梁の型枠ブロック構造 図 3-1-3スラブを厚くした構造

3.2 コンクリート合成スラブのスラブ型枠としての利用

工期短縮のためには、コンクリート合成スラブの利用は効果的であるが、臥梁との組み合わせ に適した工法を検討すべきである。RC造スラブのコンクリート打設後の養生日数は、強度の確 保とクリープによる撓みを抑えるために、確実に確保しなければならない。コンクリート工事の 工期は、これに型枠解体の時間も加わるので、コンクリート打設から内装工事までの間はタイム ロスを生じる。しかし、住宅程度の小建築におけるこの所要日数は、全体工期の長期化をもたら す。

コンクリート合成スラブの一例として、ハーフ PC 板による場合を示す。型枠と配筋の一部を 工場制作しているので、現場組立の工期は短く、配筋作業も容易である。スラブ型枠解体作業は サポート解体作業のみとなるので、コンクリート打設後はサポート解体を待たないで、室内の壁 面の内装作業を進めることができ、工期のタイムロスを大幅に短縮できる。PC 板部材のコスト高 を、全体工期の短縮によるコストダウンにより吸収できるので、この工法は、総合的にコンクリ ートブロック造の普及拡大に貢献できるだろう。難点は、あまりに小規模な場合や変形で特殊な 板形状はコスト高となることである。

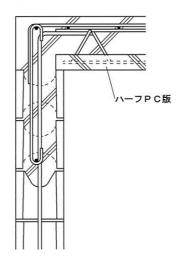


図 3-2-1 ハーフ PC 版によるスラブ型枠

4.CB 造住宅構法・施工法における技術的課題

4 . 1 CB 造住宅構法の改良に向けて

北海道におけるコンクリートブロック造住宅は、昭和 40 年代のピーク時から現在に至る間、新築件数は減少傾向を続けている。戦後の劣悪な住宅の時代にあって、寒さを防ぎ防火性能を有するなど質の向上を目指してブロック造住宅が急伸した。これは寒冷地住宅政策の後押しがあって、融資制度もブロック造には有利に働いた。しかし、融資制度の見直しにより、木造防火構造住宅が住宅金融公庫の融資対象になると、新築住宅は木造へ流れは変わった。その後、室内温熱環境の素晴らしい外断熱工法が提唱され、理想的な建築を提供できる環境が整った。しかし、建設費の割高なブロック造は、関係各方面が普及拡大の努力を尽くしたにもかかわらず、減少の一途をたどることになった。

現在では、40年前のブロック造住宅全盛のころとは資材、労務、仮設機材や建設機械などの状況が、すっかり変貌している。加えて、住宅建設に関わる社会的環境や、建て主のニーズも変化している。特に人件費に関わる部分は、大きく変貌しているので、現場作業の省力化は避けられない。コンクリートブロック造に関しては、戦後間もない昭和27年に建築基準法施行令が立法化され現在に至っているが、仕様規準の性格が強い。この間、先に示した経済や社会状況の変化に対応すべく、構工法の研究が広く取り組まれてきたが、ブロック造の普及拡大の視点では十分で無かった。結果として、現行のブロック造外断熱の住宅は、質の高い良質なものと評価されているが、イニシャルコスト高となっていて、一般消費者には割高感と高嶺の花的な諦めを余儀なくさせている。近年の木造工法の改良による進展状況とは、隔世の感がある。

当委員会では、コンクリートブロック造の改良にむけた具体的な課題について、様々な角度から検討してきた。構造面と施工面に分け、「現状の問題点」「改良の方針」「実現するための技術的課題」に整理して次項に示す。これらの内容には、実現可能なものと構造計算及び実験による確認を要するものが混在している。

4.2 改良に向けた具体的な課題

(1)構造に関すること

TO UNA PORT IN	75 de c 2-A1	
現状の問題点	改良の方針	実現するための技術的課題
AIJ 設計規準は仕様規準に	AIJ の設計規準のほかに、計算	計算規準の前提条件となる CB
なっていて、構造計算の簡	規準を整えて、自由度のある設	造壁体の組積体強度試験や、諸
略化を図っている反面、設	計を可能とする。	要件を整える必要がある。
計の自由度が制限され、安		
全率は過大な傾向がある。		
構造計算は、全て手計算に		
よるものである。		
AIJ 設計規準 1997 年版で	補強 CB 造の臥梁は、型枠 CB	現状の設計規準では、この構法
は、型枠 CB 造の壁梁は壁	造壁梁に置き換えを可能とし	を認めていないので、今後の研
厚さに30mm加えた厚さと	たい。	究実験により構造性能を確認
していたが、2006 年版では	組積造の建物は、CB壁厚と壁	する必要がある。
厚さを 190mm以上として	梁は同じ厚さとすることが原	臥梁配筋はシングル配筋を前
いる。しかし、150mm 厚さ	則である。	提としているので、応力が大き
の場合は従来の壁段差が生		い場合は RC 造にするなど、強
じる。		度的に無理のない構造にする
型枠プロック 30	型枠ブロック	配慮が必要。
混構造の扱いについて、近	層毎に異なる構造の場合、例え	2階の木造は1階の臥梁及び小
年確認申請に関わる手続	ば 1 階が CB 造で 2 階が木造の	梁を布基礎とみなすことがで
きが難しくなっている。過	場合を例とする。1 階の CB 造	きるよう、構造計算により仕様
去の実績として、1階が	は2階建ての1階の規準を適用	│規準を検討して、汎用性を図る │
CB 造で2階が木造の建物	し、2階の木造は1階の臥梁及	べきである。
は数多く実在している。し	び小梁を布基礎とみなして構	
かし、設計者は確認申請の	築することを認める。 	
段階で、構造計算書を求め		
られ、その対応に困難をき		
たしている。		

AIJ 設計規準による CB 造住宅は、室内側に突出する構造壁や梁が避けられず、間取りの変更や改造は大規模になる傾向がある。

構造壁を建物外周に配置し、RC 床はフラットスラブとする。内部の構造壁と梁を取り払うことで、室内空間の自由度が大きくなる。また、梁成の影響が少なくなる分、階高を低くできる。内部の鉛直構造部材は、スラブの鉛直荷重を支える柱のみとなるので、スケルトンインフィルに適した建物となる。

CB 造の耐力壁で囲まれる分割 面積の扱いは、検討課題である。スラブを厚くしてスラブ内 に扁平な梁配筋を設け、これを もって構面とすることも考えられる。



(2)施工に関すること

現状の問題点

配筋仕様は曲げ補強筋と せん断補強筋があり、AIJ 設計規準では細かく定め ている。逐次充填では組積 作業と並行して配筋する ので、作業性が悪く、組積 後の配筋確認が難しい。

改良の方針

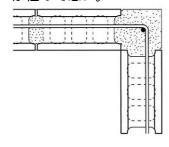
配筋作業を先組み施工し、CB は後積みとする。これは配筋の 確認が容易なことと、壁配筋工 事が先行して短時間になる。メ ッシュ筋利用も有効な手法で あろう。

実現するための技術的課題

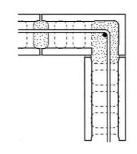
配筋の寸法精度が厳しく求められるので、ブロック空洞部の所定の位置に鉄筋を正確にセットする工夫が必要である。工場制作したメッシュ筋の利用も選択肢として有効である。事前に CB あと積みの作業性を確認する。

AIJ設計規準では、スラブ、 臥梁、まぐさ、隅角部、交 差部、開口部回りなどが RC 造となっている。

型枠工事は小片の合板に よる施工となり、施工効率 が極めて悪い。



左記にある RC 造に代わって、 構造壁部は全充填型枠 CB 造 とする。



壁厚が 150mmの場合は空洞 部が狭いので、配筋の量が多い ときはかぶり厚さを確保でき るよう検討する。 AIJ 設計規準では、壁厚が 190mmに満たない場合、 縦筋を空洞部内で重ね継 ぎ手にしてはならないと ある。しかし、縦筋の径が 太くなるほど鉄筋の位置 や形状の矯正が難しく、空 洞部内に正確に配置する ことが困難になる。

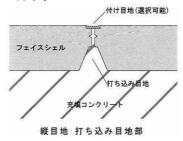
また、煉瓦積の場合は CB 縦穴に鉄筋を通す必要が あり、積作業に著しく手間 がかかる。 壁厚が 190mm未満で空洞部内に縦筋の継ぎ手を設ける場合、溶接による重ね継ぎ手の他に、機械式継手を利用したい。重ね継手は、CB空洞部に鉄筋を通す作業の軽減と配筋位置の微調整の容易さ、天候などによる作業への影響が少ないなどの利点がある。



機械式継手にあっては、主に太 径の鉄筋に対応しているので、 少ロットで細径の安価なもの は、入手が難しく割高になる。

CB 周囲の目地にモルタルを義務付けられている。しかし、縦目地施工には熟練度を必要とするが、熟練技能士の人数が減少し高齢化して、職人不足は極限状態にある。そこで、より熟練度を要しない施工法の採用が求められている。

組積工事の目地モルタル施工 は、打ち込み目地や付け目地手 法を選択できるようにする。組 積手間が省力化できることや 熟練度を要しない利点がある。 また目地の薄目地化により、既 調合の接着材による目地施工 を行う。



既調合モルタルを使用し、打ち 込み目地施工や薄目地施工の 工事標準仕様を定める必要が ある。

目地モルタルおよび充填 モルタルは、現場配合を容 認しているので、品質面の 変動幅を、富調合でカバー している。 既調合モルタルによる仕様を 設ける。品質管理面で精度が上 がるので、過剰な富調合を改善 する。また、現場におけるモル タル調合の機材や手間を削減 できる。

既調合モルタルによる標準仕 様を定める。

5.技術紹介

5.1 充填モルタルの階高充填工法

補強コンクリートブロック造における空洞部へのモルタル充填は、逐次重点が一般的である。 しかし、生モルタルの混練、荷揚げ、充填作業、清掃などと過大な作業量が負担となっている。 また、充填モルタルの品質面および充填状況の品質管理面で課題がある。そこで省力化と品質管 理面で工法開発が求められていたが、空洞部へのグラウトの階高充填工法を研究した実績を示し、 この普及の一助としたい。

平成5年、6年の二か年にわたり、北海道立寒地住宅都市研究所、 北海道建材ブロック協会、 北海道農材工業㈱の3社による共同研究として「ブロック工事におけるグラウトの階高充填工法 の開発に関する研究」が実施された。その研究内容は、AIJの1994年全国大会で発表し、AIJのJASS7解説欄に掲載されているが、その部分を以下に抜粋して示す。

補強コンクリートブロック造工事においても、充填モルタルの階高充填工法が行われている。この工法の利点は、レディーミクストコンクリート工場で製造された充填モルタルを使用することにより品質が安定すること、壁体からの漏水や鉄筋腐食の原因となる打継が無くなること、現場の省力化が図れることなどがある。しかしながら、この工法を行うためには、次の事柄などについて配慮する必要がある。

充填モルタルを充填する縦・横の空洞部が、充填されやすいように二次元的 に連続する工夫。

充填モルタルの流動性を確保するための高性能 AE 減水剤などの使用 充填モルタル充填時の側圧等に対する弱点部の補強 メーソンリーユニットの吸水による充填モルタルの欠陥防止のため、充填モ ルタル打ち込み前の十分な水湿しやグラウト専用混和剤の使用

なぜこの工法が普及しないのか、その原因を検討し、その改良方針を提案する。

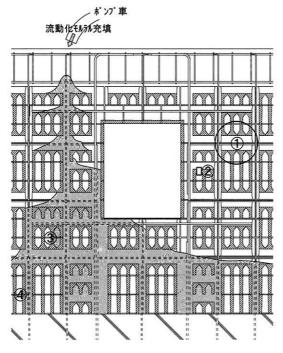
現状の問題点

現状で階高充填工法を施工する場合は、充填刊 外の流れ易さを考慮し、横筋プロックを上下に重ね (上部は逆さに)充填材の流れる部分が大きくな るよう組積されている。

また、打ち込まれる充填材が不用な所に入り込まないよう、敷きモルタルを隙間や漏れの無いように施工時に確認しながら積まれている。

施工図作成には、プロックの基本、横筋、コーナーの入る位置、積み方、鉄筋の位置(横筋を積みながら入れて行く為)を表す必要がある。

RC 造の施工図に比べると図に表す部分が多い。



階高充填(流動化モルタル充填状況) ※ブロック壁内部断面図

- ① 横筋の入る部分。上側は横筋プロックを逆さに施工。
- ② スイッチB0X廻りは充填材の漏れに注意が必要。
- ③ 敷きモルタルに隙間があると、不用な部分に充填される。
- ④ 充填状況の簡易な確認方法として、目地下部にピニールパイプ を入れ充填材が出てくる状況で確認する。

改良の方針

充填モルタルの打ち込みは、作業前の十分な水湿しとが ラか専用混和剤の使用によって、打ち込み精度と作業性の良さが確認されている(施工実験の結果) このことから、通常の組積方法で施工した建物であっても充填材の打ち込み精度は変わらないものと考えられる。

通常の積み方で(逐次充填の作業は省く)対応出来れば、施工図に関しても問題は無くなる。

但し、通常の積み方で施工すると、充填不用な部分にも充填モルタルが入り込む(横筋プロックの上段は基本プロックなので、基本プロックの空洞部に入り込む)事が考えられるためコストアップとなる場合がある。(通常のプロックは空気を通すため、打設時の圧力で横筋プロックの上部にある基本プロックの空洞部にも充填材が入り込む。)階高充填を施工するための専用プロックがあると、色々なメリットが考えられる。

- ・多少重くはなるが、フェイスシェルを厚く(鉄 筋のかぶりを考慮する)する事で充填 モルタルの使用量を押さえられる。
- ・専用プロックを使うことで、施工図をマニ ュアル化することが出来る。
- ・鉄筋を先組しても施工の出来る形状の ブロックであれば、配筋も目視で確認で き、ブロック工も横筋を入れながらの作 業が減ることになるので能率は上が る。
- ・プロック目地厚さを 10mm から 5mm 程度に薄くし、現場練りもかがではなく、プリミックスもいかいを使うことで目地性能が担保され、手元工を削減出来る。
- ・縦目地を打ち込み目地にすることで、 作業性はさらにあがる。

現状の問題点	改良の方針
設備等をプロック壁体に加工をして埋め込む場合、 充填材が隙間から漏れないような納まりの工夫 が必要。(電気 BOX 等を埋める場合)	標準的な納まり図等を用意する。
充填時の側圧に対する補強方法は、角材、単管、 パ゚イプサポート等を使い、角締で補強する。	側圧がかかる部分には、目地筋を使用する。 (目地筋 ~ 15cm ほどの波形の針金)
作業の流れ、管理方法を示す施工仕様書が無い。	標準的な施工仕様書を用意する。 ・プロックの割付方法と積み方。 ・鉄筋の配置方法と検査方法。 ・目地材について。 ・プロック1個当たりの充填刊外の使用量。 ・充填刊外の流動化剤について。 ・充填作業の人員配置と打設計画。 ・充填析に必要な作業。 ・充填状況の確認方法。 ・充填後の養生方法。 ・各作業時に必要な物、注意事項等。
Ell/タルの充填作業は誰がすべきか。	スラブ、臥梁等のコンクリート打設前に行うので、コンクリート打設工が行い、プロック工が合番として立ち会うことが望ましい。

【参考】 階高充填 施工実験状況(資料提供:北方建築総合研究所)

















5 . 2 CB 造壁体の PCa 工法

国内及び海外において、CB 造壁体の構築工法として CB パネルプレキャスト化を試みた事例を紹介する。これらの CB パネルは、工場生産または建設場内において製作している。しかし、現状で利用されている事例は少ないようである。事業として成り立つか否か、施工性、工期、精度、コストなどの面から総合的に判断する必要がある。

(1) ドイツにおける煉瓦パネル工法~ミュンヘン近郊の住宅展示場を見学すると、約1割に当たる6棟の展示住宅が煉瓦造である。内の2棟が、煉瓦パネル工法による高断熱住宅(パッシブハウス)だった。パンフレットに作業工程の写真があり、地下室の壁はコンクリート PCa パネル造である。1階と2階妻壁は煉瓦 PCa パネル板により 構築されており、2階は三角屋根の構造である。床板も同様にパネルによるものだが、コンクリート製と煉瓦製がある。事業化された組積造の PCa パネル工法の事例として、貴重な例と思われる。これらの企業は、この工法によりコストベースに乗るほど大量の住宅件数が受注できている証と思う。





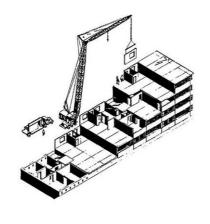


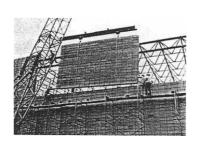




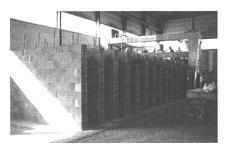
(2) USA における CB パネルの事例 ~ 過去に USA の企業が、マンションやホテルの工事物件で、規模の大きな工場で大量の C B パネルを生産し、コンクリートブロック造の壁に施行した実績があるようだ。しかし、過大な設備コストを吸収できるほどの受注量に届かず、生産中止となり一般的な工法となっていない。

(「丈夫で長持ち省エネ住宅 当協会著」に事例として記載)





(3) ドイツにおける最近の事例だが、地下室部分にコンクリートブロック造の PCa パネル 板を施行した事例がある。これもまだ先駆的に取り組んだ中小企業によるもので、一般的な工法として定着しているとは言えない。





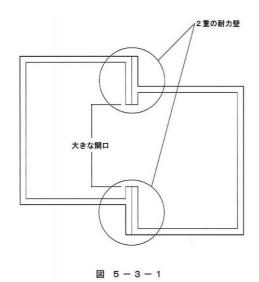


(4) 国内では過去に、K住宅がBP工法(ブロックパネル工法)として開発し、国内企業に分権し施工実績を持っている。道内においても、この工法の通常実施権を取得したO建材が、間仕切壁に使用した実績を持つ。しかし、現在ではこれらの企業はブロック事業から撤退していて、国内におけるCB造PCaパネル工法は定着していない。

5.3 2重の耐力壁構造

RM 構造のマンション施工事例として、中通の耐力壁を2 重に設計施工した事例がある。これは大臣告示の出る前で個別認定による事例であるが、内部空間を住い手が自由設計するために、大きな空間を求めて中央部の耐力壁を極力短くしたものである。

補強 CB 造においても同様に、構造壁を 2 重に配置して壁量を確保することは、室内間取りなど計画の自由度を増し、間取り変更が容易でフレキシブルな住いとして長持ち住宅のニーズに沿うものである。





5.まとめ

コンクリートブロック(以下「CB」と略記)構造体の利用促進と、設計技術者へ支援を目的とし、本委員会では、コンクリートブロック帳壁の構造検討を行うと共に、臥梁施工の省力化を図る方法についての検討・提案を行った。本委員会の成果は次のとおりである。

・CB 造帳壁の活用

CB 帳壁の利点、問題点を整理し、特にビル低層部や倉庫などにおいて積極的に活用することのメリットなどを示した。

・CB 造帳壁の構造仕様の検討

学会メーソンリー規準に示されている CB 造帳壁の仕様は、ビル低層部や倉庫のように階高が大きな場合、具体的には主要支点間距離が 3.5m を超える場合は適用範囲外となることから、同規準における CB 造帳壁の構造設計法をベースに、施工実態調査も実施し、主要支点間距離が3.5m を超える場合の構造仕様を示した。また、構造設計支援を視野におき、CB 造の構造設計への理解を助けるため、本検討の経緯を示した。

・臥梁施工の省力化へ向けた検討

慣習的にダブル配筋とされている臥梁について、シングル配筋にすることによるメリットなど を示すと共に、臥梁と床スラブとに関する複合的な課題を示した。

・CB 造住宅構法の改良へ向けての技術的課題と検討方針

現状の課題を、構造と施工のそれぞれの視点で整理すると共に、各々の課題について改良の方針を示した。また、委員会で話題となった国内外の CB 造住宅工法を整理し、課題などを示した。