

ワイヤーカーテンウォールの施工報告

The Report of Construction of Wire Curtain Wall

荒木 一廣* 永村 一生*
 Kazuhiro Araki Kazuo Nagamura
 松永 直樹* 十河 恒明*
 Naoki Matsunaga Tsuneaki Sogoh

要 約

本報告は、(仮称)久留米市生涯学習センター等複合施設新築工事におけるエントランスホールのガラスファサードを、ケーブルグリッド及びMJG金物により構成しているカーテンウォールの施工実績である。

ケーブルグリッドとは構造用ケーブルを格子状に張ったシステムであり、MJG金物とはガラスコーナー部にて前後からガラスを挟んで留める、点支持工法の1つである。

今回施工を行ったワイヤーカーテンウォールは、施工例が今回の工事を含め全国で5例目となり、新しいシステムのカーテンウォールである。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 工事概要
- § 3. システム概要
- § 4. 計画概要
- § 5. ワイヤーカーテンウォールの施工
- § 6. 測定結果
- § 7. おわりに

§ 1. はじめに

久留米市生涯学習センターではエントランスホールのガラスファサードを広場側・中庭側ともにケーブル(ワイヤー)及び点支持金物で支持されたシステムにて構成している。ガラス壁面全体を支持しているケーブル構造を「ケーブルグリッド」、各ガラスを支持している点支持金物を「MJG」とよび、同じシステムを用いた施工例は、全国において5例目、また、当社による施工としては初の事例となる。

§ 2. 工事概要

工事名称：久留米市生涯学習センター等複合施設新築工事
 工事場所：福岡県久留米市諏訪野町1830-6
 発注者：久留米市
 設計監理：久留米市建設部建築課
 佐藤総合計画・久留米設計協力会共同企業体
 施 工 者：西松・半田・太陽建設共同企業体
 工 期：平成11年3月27日～平成12年11月25日
 用 途：学習施設

建築規模：階 数 地上4階
 構 造 RC造 一部S・SRC造
 敷地面積 24,343m²
 建築面積 4,765.68m²
 延べ面積 10,196.74m²
 軒 高 16.70m
 最高高さ 22.08m
 最高階高 4.2m
 最大スパン 24m

*九州(支)久留米建築(出)

§ 3. システム概要

3-1 ケーブルグリッド

ガラス壁面を支持する架構の1つで、格子状に縦横に張った構造用ケーブルに初期張力 (Pre stress) を導入し、荷重時には全体が変形することにより抵抗するシステムである。しかし、変形制御のために初期張力を大きくする必要があり、ケーブルを保持する建築本体の構造にも常に大きな反力が生じるために、テニスラケットと同様の考えで本体構造は十分な強度が要求される。

ケーブルグリッドは従来のガラス支持架構と比較して構成部材 (ケーブル) 断面が小さく、また、ケーブルがガラス面のすぐ後ろの、目地位置に沿って配置するので、ガラスの透明性を最大限に活かしたシステムと言える。

3-2 MJGシステム

ガラスパネルを支持する工法の1つで、コーナー部においてプレート状の金物でパネルの前後から挟み込んで支持する工法でありその形状を図-1に示す。従来の点支持金物と異なり、ガラスパネルに穴を開けないため、安全性・製作性・施工性に優れていると言える。

ケーブルグリッドと組み合わせてガラスファサードを構成できることを大きな特徴とし、さらにジョイント部のディテールをアレンジすることにより、柱・トラス構造と組み合わせた設計も可能となる。

このシステムは、ドイツ・シュツットガルト大学教授であり、構造家でもあるJ.シュライヒ博士により考案され、ミュンヘン空港ケンピンスキーホテル (設計: ヘルムート・ヤーン) のアトリウムにおいて最初に実施された。更に、日本大学理工学部の斎藤公男教授により日本国内の諸条件に対応するシステムとしての再検討が加えられ、MJG (Minimum Joint Glazing) システムと命名された。

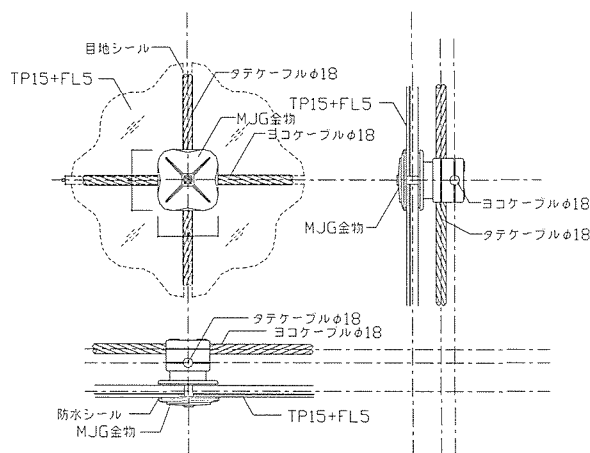


図-1 MJGシステム

§ 4. 計画概要

エントランスホールのガラスファサードは広場側に面したWCW1及び2 (W約34m×H約11.5m) 図-2と、中庭側に面したWCW3 (W約9.5m×H約7m) 図-3と2箇所あり、そのどちらもケーブルグリッド+MJGシステムにより構成されている。表-1に主な仕様を挙げる。

ケーブルの反力を受ける境界部の構造は

WCW1・2: 横及び下端 RC

上端 片持梁 (縦ケーブルごと)

WCW3 : 横RC

上下端 鉄骨ボックス梁

とし、ケーブル1本当たりの長期荷重 (初期張力) 約70kN~85kNという荷重に抵抗している。

表-1 仕様

場所	WCW1・2 (広場側)	WCW3 (中庭側)
ガラスサイズ	W1900×H1950	W1900×H1300
ガラス構成	合わせガラス 強化15mm+フロート5mm	
ケーブル径	スパイラルロープ 1×19φ18	
初期張力	縦・横共に75kN	縦85kN 横75kN
風圧時最大変形	約155mm	約125mm

§ 5. ワイヤーカーテンウォールの施工

ワイヤーカーテンウォールの施工手順を順を追って説明すると以下ようになる。フローは図-4に示す。

5-1 先行躯体工事

躯体先行埋め込み止圧プレート用スリーブの取付。このスリーブの位置が正確でないと、ケーブルグリッド架設がうまくいかないので精度が要求される。

5-2 墨出し

ケーブル端部の位置をトランシット・レベル等を用いて墨出しを行う。

5-3 ガセットボックスの取付

墨に合わせて縦ケーブル上端を固定するためのガセットボックスを取り付ける。(計画によってはガセットボックスを使用しない場合もあるので、その場合は省略される。今回の場合は上下間の精度を確保する為に、位置調整の出来るような形で計画した。)

5-4 ケーブル架設

縦及び横ケーブルを躯体 (またはガセットボックス)

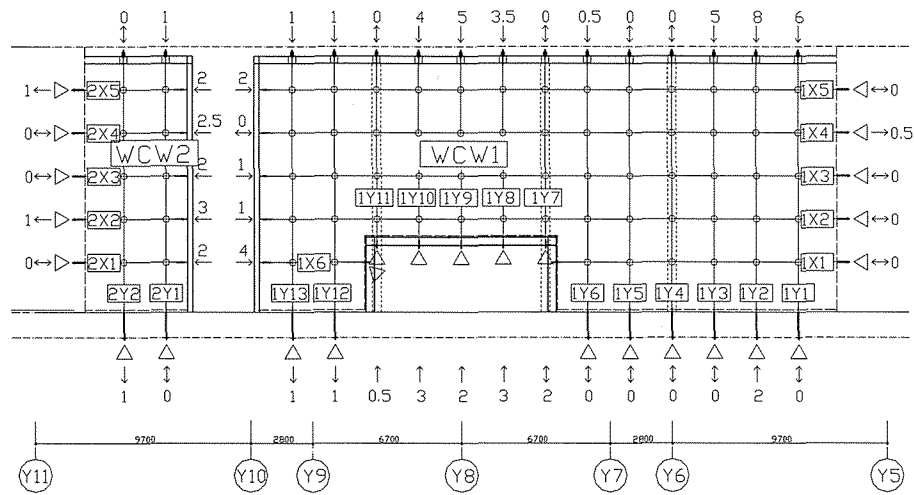


図-2 WCW1・2立面



写真-1 WCW1・2完成写真

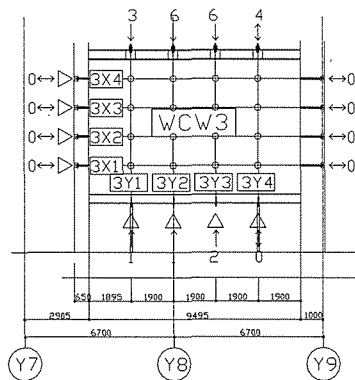


図-3 WCW3立面



写真-2 WCW3完成写真

に取り付ける。墨に合わせてケーブル端部を仮付けした後、動かない程度に固定する為に端部のナットを仮締めする。この時ケーブルには若干の張力が入った状態となる。

なお、縦・横ケーブルの間に入るMJG金物（中間金

具）は、張力が入る前にケーブル間に予め挿入し、一方のケーブルに仮留めしておく。

5-5 初期張力導入

ジャッキを用いてケーブルに所定の初期張力を導入す

る。境界部の変形等による張力のばらつきを防ぐために、導入作業は縦・横それぞれ一斉に行う。

導入は中間値(40kN)・最終目標値(75kNまたは85kN)の2ステップで行い、必要に応じてその都度境界部の変形・張力の測定をする。今回は、トランシット・レベルを用いて境界部の変形を測定し、ジャッキに繋がる荷重計にて張力の測定を行った。写真-3, 4

張力を最終目標値まで導入した後一旦ナットを締め
る。この時わずかに張力が抜ける場合があるので、その

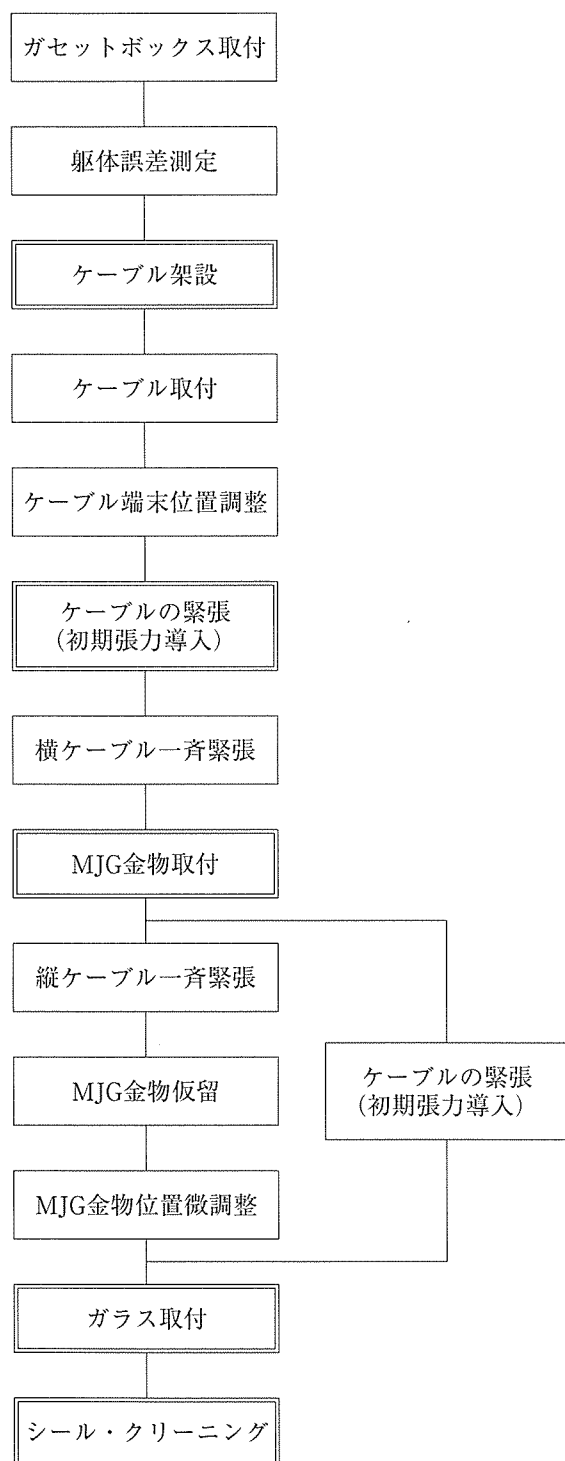


図-4 ワイヤーカーテンウォール施工フロー



写真一3 荷重計による張力確認状況



写真-4 トランシットによる端部変形量確認

部分については再度ジャッキにより加緊張を行い、全てのケーブルについて張力が最終目標値まで達した後ナットを本締めする。

5-6 金物取付

ケーブルに初期張力が導入されると各交点が決まるので、その交点にMJG金物（受け金具・裏金具）を取り付け、仮締めをする。

全数を取り付けた後、金物間の距離を測定して位置を微調整した後に本締めをする。この時各ボルトは緩み止めの接着剤をネジ部につける。

5-7 ガラス施工

各MJG金物に緩衝材（パッキンプレート・ガスケット写真-5）をセットした後、ガラスを取り付ける。ガラスは下側のコーナー部を受け金具のリブに載せるように嵌め込み、1つのMJG金物に対して4枚のガラスが嵌め込まれたものから押さえプレートをあてて押さえボルトの仮締めをする。

ガラスが全数（または1区画）嵌め込まれた後にガラス間の目地の幅がそろうように位置調整を行い、押さえボルトの本締めをする。この時も各ボルトは緩み止めの接着剤をネジ部につける。

その後、目地及び押さえプレート周りをシーリングし、クリーニングを行う。シーリング材は、ガラス壁面の変位に追従できるよう、硬度の低い2成分形シリコンシーラント（低モジュラスタイプ）を用いる。

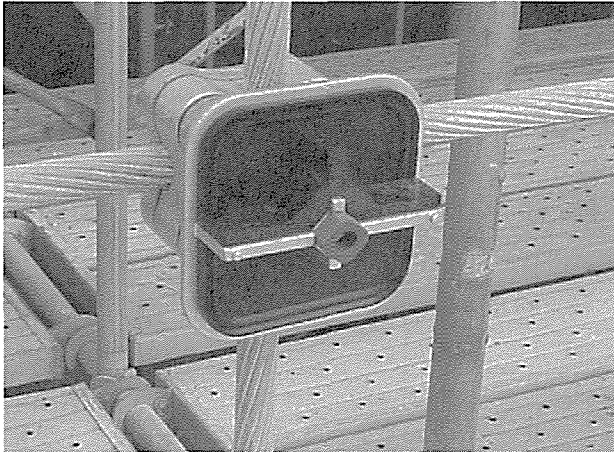


写真-5 緩衝材取付状況

§ 6. 測定結果

初期張力導入時にトランシット・レベルを用いた境界部の変形の測定結果を表-2～11に示す。測定結果として最大5mmの変形を計画していたが、概ね計画通りの結果となった。（ケーブル番号は図-2、3参照）

表-2 WWCW1・2 縦ケーブル端部変形量 PS75kN

	上端（片持梁＋ガセット）			
	緊張前	40kN	75kN	1週間後
1Y1	0	2.0	6.0	7.0
1Y2	0	4.0	8.0	9.0
1Y3	0	2.0	5.0	6.0
1Y4	0	0	0	1.0
1Y5	0	0	0	1.0
1Y6	0	-1.0	0.5	1.0
1Y7*	0	0	0	1.0
1Y8*	0	2.0	3.5	5.0
1Y9*	0	3.0	5.0	6.0
1Y10*	0	1.0	4.0	1.0
1Y11*	0	0	0	2.0
1Y12	0	0	1.0	2.0
1Y13	0	0	1.0	2.0
2Y1	0	0	1.0	2.0
2Y2	0	0	0	2.0

※（－）はケーブルが伸びる方向の変形を表す。単位mm

表-3 WCW1・2 縦ケーブル端部変形量 PS75kN

	下端（RCスラブ但し*印は風除室鉄骨梁）			
	緊張前	40kN	75kN	1週間後
1Y1	0	0	0	0
1Y2	0	0	2.0	2.0
1Y3	0	0	0	0
1Y4	0	0	0	0
1Y5	0	0	0	0
1Y6	0	0	0	0
1Y7*	0	1.0	2.0	5.0
1Y8*	0	0	3.0	6.0
1Y9*	0	0	2.0	4.0
1Y10*	0	0	3.0	5.0
1Y11*	0	0.5	0.5	3.0
1Y12	0	0	-1.0	0
1Y13	0	0	-1.0	0
2Y1	0	0	0	0
2Y2	0	1.0	-1.0	1.0

※（－）はケーブルが伸びる方向の変形を表す。単位mm

表-4 WCW1 横ケーブル端部変形量 PS75kN

	EV側（鉄骨柱H鋼但し*印は風除室鉄骨柱）			
	緊張前	40kN	75kN	1週間後
1X1*	0	0	1.0	1.0
1X2	0	0.5	1.0	1.0
1X3	0	0	1.0	0
1X4	0	1.0	0	-2.0
1X5	0	2.0	2.0	1.0
1X6*	0	0.5	4.0	3.0

※（－）はケーブルが伸びる方向の変形を表す。単位mm

表-5 WCW1 横ケーブル端部変形量 PS75kN

	階段側（RC壁但し*印は風除室鉄骨柱）			
	緊張前	40kN	75kN	1週間後
1X1*	0	0	0	0
1X2	0	0	2.0	0
1X3	0	0	0	0
1X4	0	-0.5	-0.5	-0.5
1X5	0	0	0	0
1X6*	0	0	0	0

※（－）はケーブルが伸びる方向の変形を表す。単位mm

表-6 WCW 2 横ケーブル端部変形量 PS75kN

	EV側 (鉄骨柱H鋼)			
	緊張前	40kN	75kN	1週間後
2X1	0	2.0	2.0	5.0
2X2	0	3.0	3.0	6.0
2X3	0	2.0	2.0	6.0
2X4	0	1.0	2.5	5.0
2X5	0	1.0	2.0	6.0

※ (ー) はケーブルが伸びる方向の変形を表す。単位mm

表-7 WCW 2 横ケーブル端部変形量 PS75kN

	階段側 (RC壁)			
	緊張前	40kN	75kN	1週間後
2X1	0	0	0	0
2X2	0	-1.0	-1.0	-1.0
2X3	0	0	0	0
2X4	0	0	0	0
2X5	0	-1.0	-1.0	-1.0

※ (ー) はケーブルが伸びる方向の変形を表す。単位mm

表-8 WCW 3 縦ケーブル端部変形量 PS85kN

	上端 (鉄骨梁+ガセット)			
	緊張前	40kN	85kN	1週間後
3Y1	0	-1.0	-3.0	-3.0
3Y2	0	-3.0	-6.0	-6.0
3Y3	0	-4.0	-6.0	-7.0
3Y4	0	-2.0	-4.0	-4.0

※ (ー) はケーブルが伸びる方向の変形を表す。単位mm

表-9 WCW 3 縦ケーブル端部変形量 PS85kN

	下端 (鉄骨梁)			
	緊張前	40kN	85kN	1週間後
3Y1	0	0	1.0	0
3Y2	0	0	1.0	0
3Y3	0	1.0	2.0	1.0
3Y4	0	0	0	-1.0

※ (ー) はケーブルが伸びる方向の変形を表す。単位mm

表-10 WCW 3 横ケーブル端部変形量 PS75kN

	階段側			
	緊張前	40kN	75kN	1週間後
3X1	0	0	0	0
3X2	0	0	0	0
3X3	0	0	0	0
3X4	0	0	0	0

※ (ー) はケーブルが伸びる方向の変形を表す。単位mm

表-11 WCW 3 横ケーブル端部変形量 PS75kN

	EV側			
	緊張前	40kN	75kN	1週間後
3X1	0	0	0	0
3X2	0	0	0	0
3X3	0	0	0	0
3X4	0	0	0	0

※ (ー) はケーブルが伸びる方向の変形を表す。単位mm

§ 7. おわりに

冒頭で述べたように、今回施工を行ったワイヤーカーテンウォールは、新しいシステムのカーテンウォールであり、工事着工当初は、我々のみではなく設計事務所も確実に詳細を押えてなく、多くの問題点を残していた。その為、設計事務所・企業体・メーカーの3者による検討会を数多く開催し、一つ一つの問題点を解決しながら計画・施工を進めていった。その結果、先行躯体工事・ケーブル架設工事・硝子取付工事・その後の周辺仕上げ工事と特に大きな問題もなく施工を完了し無事竣工の運びとなった。

最後に、本工事施工に対して、ご指導・ご助言を頂いた関係各位に厚く御礼申し上げます。