

銅スラグ細骨材を用いた高比重モルタルの品質目安としてのミニスランプ管理値の検討

若築建設(株) 建設事業部門 技術研究所 正会員 秋山哲治
若築建設(株) 建設事業部門 土木部 正会員 ○藤村 貢
新菱商事(株) 鈴木克実, BASF ジャパン(株) 正会員 岩永豊司

1. はじめに

筆者らは、従来の高比重コンクリート¹⁾よりも重い材料として、粗骨材を使用せず、比重の大きな細骨材のみを大量に用いたモルタル材料の配合を検討²⁾してきた。その際、表-1に示す試験項目を考えて、それぞれの品質目安を設定している。このうち、モルタルのコンシステンシーを評価するモルタルフロー（以降、MF と称す）やミニスランプ（以降、MS と称す）については、コンクリートのように明確な品質管理値がないため、その目安を策定する必要がある。そこで、JIS コンクリート（以降、JIS コンと称す）を用いてこの目安を検討し、高比重モルタルの室内試験結果²⁾と比較した結果を以下に報告する。

2. JIS コンクリートを用いたミニスランプの目安検討

2.1 検討フロー

図-1に、MS 品質目安の検討フローを示す。まず、検討対象とする部材で用いられる無筋コンクリートの JIS コンを選定し、そのスランプ（以降、SL と称す）を測定する。次に、ウェットスクリーニング（以降、ws と称す）後のモルタル材料を用いて MS・MF 試験を行い、SL と ws 後 MS と ws 後 MF について、その相関関係を評価する。その際、フレッシュ性状が悪いと評価される配合も併せて検討して、MS 品質管理値の目安を策定する。

2.2 検討で用いた工場 JIS コンクリートの配合一覧

表-2に JIS コンの配合一覧とフレッシュ試験結果を示す。呼び強度 21N・18N, Gmax20mm・40mm の4配合で SL 8cm を基本とし、細骨材率を一定として、SL を±5cm 程度変化するように単位水量を±10kg/m³ 増減させ、各配合において[硬め][基本][柔め]を想定した、計12ケースである。

2.3 工場 JIS コンクリートでの試験結果

図-2に ws-MF と SL の関係を示す。図より、MF と SL



図-1 MS 品質目安の検討フロー

表-2 検討に用いた JIS コンクリート配合一覧とフレッシュ試験の結果

検討 ケース	呼び 強度	Gmax [-]	想定 スランプ [%]	s/a [%]	単位量 [kg/m ³]				混和剤 AE [C*%]	フレッシュ試験の結果						
					セメント C	水 W	細骨材 S	粗骨材 G		スランプ [cm]	空気量 [%]	ミニスランプ [cm]	モルタルフロー [mm]	温度 [°C]	目視観察の結果	
1	21N	20mm	3 [硬め]	45.2	265	149	838	1064	1.30	5.5	3.7	3.8	155	21.0	×	○
2			8 [基本]			159	826	1050	1.00	9.0	4.9	8.3	175	21.0	○	○
3			13 [柔め]			169	815	1035	1.30	13.0	5.5	10.5	193	21.0	×	△
4	18N	20mm	3 [硬め]	45.7	241	149	857	1064	1.30	4.5	5.2	4.8	152	22.0	△	○
5			8 [基本]			159	846	1050	1.30	8.5	4.3	8.8	184	21.0	○	○
6			13 [柔め]			169	834	1035	1.30	10.5	3.6	9.3	193	21.0	○	○
7	21N	40mm	3 [硬め]	40.5	249	137	769	1183	1.10	6.0	4.8	6.5	174	21.0	○	○
8			8 [基本]			147	759	1166	1.30	10.5	3.9	9.8	192	21.0	○	○
9			13 [柔め]			157	748	1150	1.10	17.0	3.6	11.0	212	21.0	×	×
10	18N	40mm	3 [硬め]	41.1	226	137	790	1183	1.00	2.0	3.4	3.5	154	21.0	×	○
11			8 [基本]			147	779	1166	1.00	8.0	3.8	7.3	182	21.0	○	○
12			13 [柔め]			157	768	1150	1.00	15.5	4.5	9.5	197	21.0	×	×

空気量の設計値4.5%, C:高炉B種セメント(密度3.04g/cm³, 比表面積3,780cm²/g), S:細骨材(山砂, 密度2.58g/cm³, 吸水率1.58%, FM2.75)
G:粗骨材(2005-密度2.70g/cm³, 吸水率0.51%, FM6.65, 4005-密度2.70g/cm³, 吸水率0.51%, FM7.85), AE:AE減水剤(変性リグニンスルホン酸系)

キーワード : 高比重モルタル, 銅スラグ細骨材, 品質管理, ミニスランプ, モルタルフロー
連絡先 : 〒153-0064 東京都目黒区下目黒 2-23-18 若築建設(株) 土木部 TEL 03-3492-0275

は相関性を有していた。SL $8 \pm 2.5\text{cm}$ 程度では、JIS コンと ws モルタルともに良好なフレッシュ性状を保持していた。[硬め] ケースでは、SL 5.5cm 以下は MF 155mm 以下となり、目視での SL 形状は良くないものの、MF 形状での目視は比較的良好であった。[柔め] ケースでは、SL 13cm 以上では MF 193mm 以上となり、特に SL 形状が崩れて著しく分離したケース 9 では MF 210mm を超え、フロー板上の目視では分離傾向を示した。

図-3 に ws 後の MF と MS の関係を示す。同図より、MF と MS は相関性があることが判った。MF 150mm 程度に対する MS は、3cm を若干上回る範囲となった。一方、ws 後のモルタルが分離傾向の強くなる MF 200mm 程度以上になると、MS は 10cm 以上になると推察された。

上述した相関関係より、JIS コンの SL と ws 後の MS は、相関性を有すると考える。フレッシュ性状について、[硬め] ケースでは、JIS コンが分離傾向を示しても、ws モルタルは比較的良好な状態を示した。一方、[柔め] ケースでは、材料分離の傾向が JIS コンと ws モルタルともに同様な性状を呈していた。

3. 高比重モルタルのミニスランプ管理値の検討

3.1 高比重モルタルでのミニスランプとモルタルフローの関係

表-3 に室内試験で抽出した高比重モルタルの配合²⁾を示す。これらの配合、及び配合検討時に各単位量を変化させたケースのフレッシュ結果としての MS と MF を、図-4 にプロットした。図より、MF と MS の関係は相関性があると考えられる。また、すべてのデータによる近似直線は、2 章で求めた JIS コンの ws モルタルでの近似直線と同様な傾向を有することを確認した。このことから、現場での適用を想定する MS 試験によって、高比重モルタルのコンシステンシーを評価できると考える。

3.2 ミニスランプの品質目安の検討

図-4 において、MS 3cm 未満では、目視観察で硬め傾向を呈し、材料がパサつく感じがあった。一方、MS 10cm 以上の範囲では、MF で材料分離の傾向が強くなり、さらにブリーディング量が $0.5 \sim 0.6\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 以上となるケースがあった。以上のことから、MS の管理値は 3~10cm 程度 (MF 140~195mm 程度) が妥当であると考えられる。具体的な管理値については、今後予定する実機試験や実物大モデルの結果を踏まえて策定したいと考える。

4. まとめ

JIS コンの SL 試験、JIS コンの ws モルタルを用いた MS と MF 試験、および高比重モルタルの MS と MF 試験に基づいて、高比重モルタルの品質目安として MS 管理値を検討した。その結果、MS の管理目安は 3~10cm 程度が妥当であると考えられる。本試験に際して、ご協力を頂いた関係各位に謝意を表します。

参考文献 1) 秋山哲治, 森晴夫, 本田友之, 小澤良一: ポンプ圧送性に配慮し

た貧配合としての高比重コンクリートの配合選定と実施工, コンクリート工学論文集, Vol.35, No.1, 2013.7 2) 秋山哲治, 藤村貢, 小澤良一, 鈴木克実: 港湾構造物の根固め・被覆ブロック等への適用を目的とした高比重モルタルの室内試験, 土木学会第 71 回年次学術講演会(平成 28 年度)投稿中, 2016.9 3) 日本港湾協会: 港湾の施設の技術上の基準・同解説, 2007.7

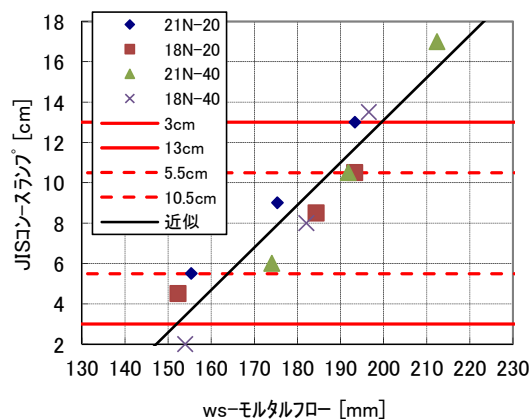


図-2 【JIS コン】 ws-モルタルフローとスランプの関係

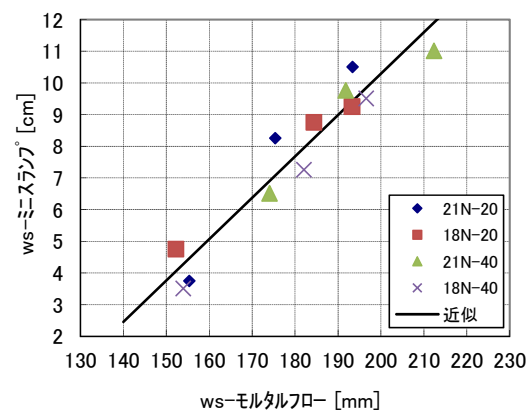


図-3 【JIS コン】 ws-モルタルフローとミニスランプの関係

表-3 高比重モルタルの配合検討ケース²⁾

検討 ケース	W/C [%]	単位量 [kg/m ³]				混和剤	
		セメント C	石粉 F	水 W	銅スラグ CUS	SP [C*%]	Ad [C*%]
1	65%	331	217	215	2013	0.60	0.120
2	60%	359	193	215	2013	0.55	0.120
3	55%	391	164	215	2013	0.60	0.120

SP: 高性能AE減水剤, Ad: 空気量調整剤

※配合検討時は、上記ケースに対して、C・W・SP等を適宜調整

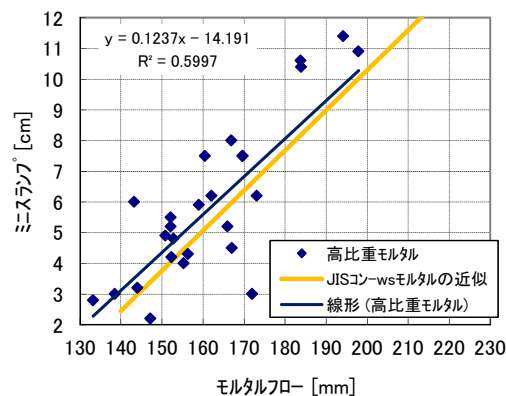


図-4 【高比重モルタル】モルタルフローとミニスランプの関係