

高性能AE減水剤と石灰石微粉末を使用した 低熱ポルトランドセメントコンクリートの配合検討

大成建設技術センター

正会員 大友 健^{*1}

防災科学技術研究所

大谷 圭一^{*2}

防災科学技術研究所

河本 一夫^{*3}

日建設計東京本社構造設計室

山野 祐司^{*4}

日建設計土木事務所設計室

北條 幸治^{*5}

1.はじめに

独立行政法人防災科学技術研究所では、構造物がどう壊れるか、どこまで壊れるか、なぜ壊れるかを解明し、地震による被害を最小限にするための研究基盤施設「実大三次元震動破壊実験施設」の整備を、阪神・淡路大震災の10周年後にあたる2005年の完成を目標に進めている。この施設が完成すれば、三次元震動破壊実験施設としては世界最大のものとなる。

この施設の震動台基礎構造は図-1に示すもので、質量は200,000t程度、垂直加振機を支持する底版の厚さは7m以上、水平加振機を支持する壁の厚さは13m以上となり、コンクリート容積が約90,000m³以上もおよぶ非常にマッシュな地中コンクリート構造物（全体の大きさ：約90m×約65m×高さ約25m）である。設計は、日建設計によるものである。

2.コンクリートの要求性能

この震動台基礎の施工にあたっては、温度ひび割れの抑制と構造体としての一体性の確保を目的として、1)低熱ポルトランドセメントの使用、2)高性能AE減水剤の使用による単位セメント量の低減、3)ブレーキングによる打ち込み温度の制限（骨材の真空冷却工法+練混ぜ水チラー）、4)ブロック分割施工と継ぎ目処理、5)熱電対・ひずみ・応力計測等による計測管理など種々のマスコン対策を適用した。

ベース部の施工に使用したコンクリートの仕様・配合・材料を表-1に示す。粗骨材の最大寸法は40mm、スラブの目標値は10cmである。単位セメント量を仕様下限値である250kg/m³として発熱量を抑制したが、この条件で仕様の水セメント比上限値（60%）を

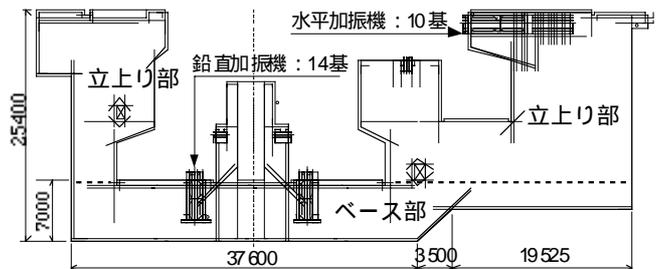


図-1 震動台基礎の構造概要

表-1 コンクリートの仕様・配合・材料

種別	設計基準強度 (N/mm ²)	粗骨材最大寸法 (mm)	スラブ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)
E1	21 (91日)	40	10 ± 2.5	4 ± 1.5	59.2	39.4
単位量 (kg/m ³)						
水	セメント	石灰石微粉末	細骨材	粗骨材	高性能AE減水剤	空気量調整剤
W	C	LS	S	G 4005		
148	250	80	712	1133	1.82	0.010
配合単位容積質量 (kg/m ³)						
セメント	低熱ポルトランドセメント (UM社製) 密度 3.24g/cm ³					
混和材	石灰石微粉末 (SK社製) 密度 2.71g/cm ³					
細骨材	砕砂 (姫路産) 密度 2.56g/m ³ , 吸水率 1.75%, FM2.88					
粗骨材 40	石英斑岩碎石 (宝塚産) 密度 2.64g/cm ³ , 吸水率 0.72%					
粗骨材 20	石英斑岩碎石 (宝塚産) 密度 2.63g/cm ³ , 吸水率 0.98%					
合成品	4020 : 2005=4 : 6, 単位容積質量 1.60kg/l, FM6.29					
高性能AE減水剤	SP-8SBLL (N社製) ポリカルボン酸エーテルと架橋ポリマーの複合体					

確保し、かつ、関西地区で供給可能な骨材を使用してコンクリートの密度を2,300kg/m³以上とするためには、高性能AE減水剤を使用して単位水量を150kg/m³以下にする必要があった。

3.最適なワーカビリティを考慮した配合検討

本配合では、単位セメント量を低減したこと、また細骨材として砕砂を使用したことによって不足するコンクリートのワーカビリティを石灰石微粉末の添加により補った。

キーワード：マスコンクリート、低熱ポルトランドセメント、石灰石微粉末、高性能AE減水剤、プラスティシティー

*1 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 TEL 045-814-7228, FAX 045-814-7253

*2 〒305-0006 つくば市天王台3-1 TEL 0298-51-1611, FAX 0298-52-8512

*3 〒637-0515 三木市志染町三津田西亀屋1501-21 TEL 0794-85-7654, FAX 0794-85-7741

*4 〒112-8565 東京都文京区後楽2-1-2 TEL 03-3813-3361, FAX 03-3817-8685

*5 〒112-8565 東京都文京区後楽2-1-2 TEL 03-3813-3361, FAX 03-3817-0517

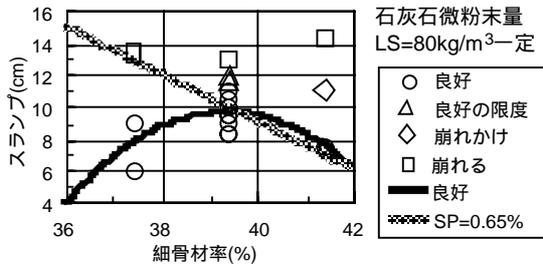


図-2 細骨材率がワーカビリティに及ぼす影響

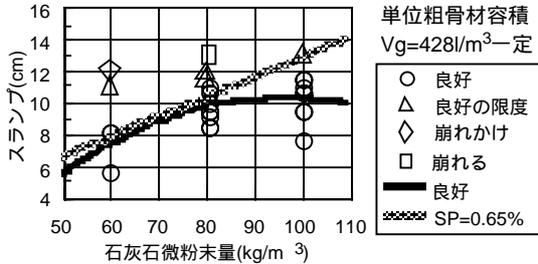


図-3 石灰石微粉末添加量がワーカビリティに及ぼす影響

図-2および図-3には、細骨材率あるいは石灰石微粉末添加量がコンクリートのワーカビリティに及ぼす影響を示した。設定の細骨材率・石灰石微粉末添加量の条件において、高性能AE減水剤量を増減した場合のスランプとプラスティシティーの変化を観察した。

細骨材率を変化させた場合、高性能AE減水剤量が一定であれば細骨材率が小さいほどスランプが大きくなるがスランプが大きくなりすぎるとくずれてしまう。一方、細骨材率が大きいとスランプが小さくなり、これを補うために高性能AE減水剤を増大させるとかえって状態が悪くなる傾向が得られ、最適な細骨材率が存在することが分かった。

石灰石微粉末量を変化させた場合は、高性能AE減水剤量が一定であれば微粉末量大きいほどスランプが大きくなり、かつプラスティシティーの良いスランプの範囲が広がることとなった。所要のスランプの範囲を考慮し、工事に適用する配合の石灰石微粉末の添加量を80kg/m³に設定した。

4. 実施工における施工性の考慮

実施工においては、製造の過程で骨材の表面水率や骨材粒度が一定の範囲で変動する。図-4はこのような状態を室内実験において確認したものである。実質の単位水量や粗骨材粒度が変動した場合でも、所要のスランプの範囲内で十分なワーカビリティが確保されることを確認した。

図-5および図-6には、基準試験時（養生温度20 程度）において確認したスランプの経時変化と凝結特性を示す。スランプ10cm程度の練り上りで、静置練置

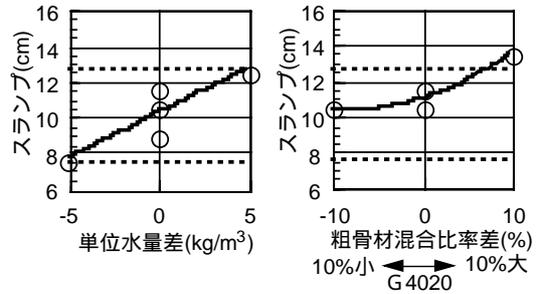


図-4 単位水量および粗骨材混合比がスランプに及ぼす影響

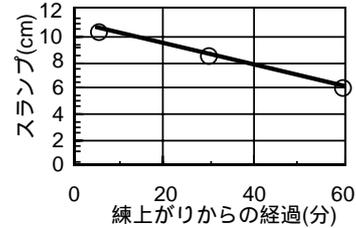
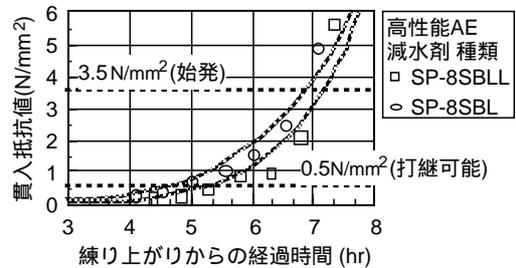


図-5 スランプの経時変化



コンクリート温度(°C)	高性能AE減水剤種類	高性能AE減水剤量	凝結時間		
			養生温度(°C)	打継可能(h:m)	始発時間(h:m)
21.0	8SBL	0.55%	23.0	4:40	6:40
21.0	8SBL	0.55%	23.0	5:20	7:10

図-6 凝結特性

きの条件で、練り上がりから60分経過後のスランプロスが5cm以内となるように高性能AE減水剤のスランプ保持性を調整した。この時の打重ね許容時間（打重ね許容のプロクター貫入抵抗値を0.5N/mm²とした時）は5時間程度確保されていた。

5. さいごに

本配合検討の結果をもとに、2000年6月から10月にかけてベース部約23,000m³の施工を実施した。工程上、ベース部の施工が夏場にかかり、非常に広い面積を直接日射を受けて施工する条件であったこと、特に最盛夏期においては40 を超える雰囲気温度での施工もあったことから、打ち重ねに関してより厳しい条件となった。このため打ち重ねサイクル時間と施工時雰囲気温度を考慮しながら、所要の打ち重ね性能が得られるように遅延成分量を調整した数種の高性能AE減水剤を施工状況に応じて使い分けた。この結果、所要のワーカビリティのコンクリートを施工することができた。