

V-98

東京湾横断道路地下連続壁実験(その1)

— コンクリート配合実験 —

東京湾横断道路(株) 正会員 黒田 正信
日本道路公団 正会員 藤田 信一
東京湾横断道路(株) 長谷川明機
連壁実験JV(清水建設) 正会員 横山 典明

1. はじめに

東京湾横断道路の川崎換気塔は海底トンネルの換気用立坑であり、湾中央の人工島(川崎人工島、図-1)において建設される計画である¹⁾。この立坑は、地下連続壁(以下連壁と呼ぶ)を遮水・土留壁として利用しその内側に主として逆巻工法で構築されるため、連壁の規模は壁厚2.8m、深度135mと大きく、鉄筋が密で、コンクリートも $f'_{ck}=360 \text{ kgf/cm}^2$ (材令91日)と高強度が要求されている。そこで、鉄筋が密な部分でのコンクリートの充填性、強度の確保及び温度ひびわれ抑制効果を評価項目として、連壁のコンクリート配合について実験を行った。

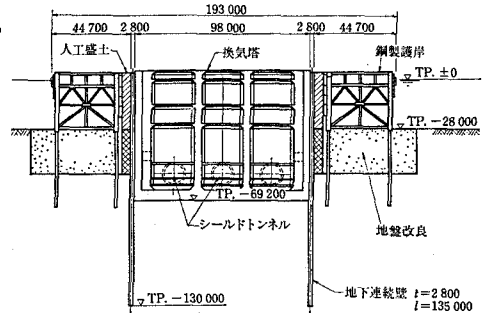


図-1 川崎人工島の概要

2. 室内試験

2-1 試験概要 表-1に示すように要因をセメントの種類及びスランプ(スランプフロー(以後、フローと記す))とした。セメントの種類については温度ひびわれ抑制効果を考慮して普通セメントの他に低発熱型セメントを2種類試験することとした。また、スランプ(フロー)については、経時変化が少なく最適な充填性を示すスランプ(フロー)を見つけるため、一般的な連壁のコンクリート(スランプ21cm)及びスランプロス低減型の高性能減水剤で高流動したコンクリート(フロー50cm, 60cm)の3水準とした。使用材料を表-2に、試験に供したコンクリート配合を表-3に示す。ここで、配合強度は生コンのばらつき及び安定液中での品質低下を考慮して 540 kgf/cm^2 とし、実験によって水セメント比を決めた。測定項目は、フローの経時変化、目視による分離状況、ブリージング及び凝結硬化速度とした。

2-2 試験結果及び考察 フローの経時変化を図-2に示す。図に示すようにセメントの種類がBB及びFBBでフローを60cmとしたものは120分間ほとんどフローロスがなかった。またこれらについてはスランプ試験において粗

表-1 要因及び水準

要 因	水 準
セメントの種類	・普通ポルトランドセメント(N) ・低発熱型高炉セメントB種(BB) ・フライアッシュ10%混入低発熱型高炉セメントB種(FBB)
スランプ(スランプフロー)	・スランプ 21cm(普通のコンクリート) ・スランプフロー 50cm(高流動コンクリート) ・スランプフロー 60cm(高流動コンクリート)

表-2 使用材料

使用材料	備 考
セメント	・D社製 ・普通ポルトランドセメント(N) ・低発熱型高炉セメントB種(BB) ・フライアッシュ10%混入低発熱型高炉セメントB種(FBB)
細骨材	千葉県若津産山砂 (比重2.62、F.M.2.55、吸水率1.68%)
粗骨材	高知県島形山産石灰砕石($G_{max}=20^{mm}$)と静岡県浜岡産川砂利($G_{max}=25^{mm}$)を1:1に混合したもの (比重2.67、F.M.6.62)
混和剤	・AE減水剤 : P社製(リクニスルホン酸系) ・スランプロス低減型 : K社製(β -ナフタリンスルホン酸 + 高性能減水剤 反応性高分子)

表-3 コンクリート配合

配合No.	種類	セメント	G_{max} (mm)	スランプ(°)	スランプフロー(cm)	空気量(%)	w/C(%)	S/a(%)	単 位 量 (kg/m^3)						凝結時間		圧縮強度	
									水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤	高性能減水剤	始発	終結	σ_{28}	σ_{91}
1	普通	N	25	21±1.5	—	2±1	38	45	185	487	705	939	0.25	—	6:50	8:50	443	526
2	普通	BB	25	21±1.5	—	2±1	37	45	180	486	702	935	0.25	—	10:20	12:50	433	528
3	普通	FBB	25	21±1.5	—	2±1	36	45	185	514	678	918	0.25	—	10:40	13:30	414	504
4	高流動	N	25	(24±1.5)	50±5	2±1	38	46	160	421	800	1019	—	1.6	11:00	12:45	453	639
5	高流動	BB	25	(24±1.5)	50±5	2±1	37	46	155	419	798	1016	—	1.6	14:30	17:10	434	570
6	高流動	FBB	25	(24±1.5)	50±5	2±1	36	46	155	431	787	1002	—	2.0	22:50	26:50	424	530
7	高流動	N	25	(24以上)	60±5	2±1	38	46	160	421	800	1019	—	2.0	11:40	13:10	541	657
8	高流動	BB	25	(24以上)	60±5	2±1	37	46	155	419	798	1016	—	2.0	17:30	19:40	493	650
9	高流動	FBB	25	(24以上)	60±5	2±1	36	46	155	431	787	1002	—	2.5	36:50	49:00	380	513

骨材が均等に広がっており材料分離は認められなかった。ブリージング量は、すべて0.3 cm³/cm³以下であったが、特に高流動コンクリートの方が一般的な連壁のコンクリートより少なかった。凝結時間は、流動性が大きくなるほど長くなり、また、セメントの種類ではN, BB, FBBの順に長くなった。特にFBBでフローを60cmとしたものは経時変化では良好な結果が得られたが、今回の実験では凝結時間が極めて長くなり、強度についても高性能減水剤多添加によって若干強度が小さくなる傾向にあった。温度ひびわれ抑制の観点からはFBBが適しているものと考えられるが、以上の結果から総合的に評価してBBでフローを60cmとしたものが優れていると考えられた。

3. 流動性実験

3-1 実験概要 室内試験の中からセメントの種類、流動性を変化させて5種類の配合（No. 2, 5, 6, 8, 9）を選び、安定液中にコンクリートを打込む実験を行った。実験は、図-3に示すように高さ1.2 m、幅1.2 m、長さ2.0 mの安定液が入った型枠内に、管径25cmのトレミーからコンクリートを打込み、密に配置した鉄筋を越えて流動したコンクリートの品質を確認した。試験項目としては、打込んだコンクリートの流動勾配及びコアの圧縮強度とした。

3-2 実験結果及び考察 フローと流動勾配の関係を図-4に示す。図に示すように、セメントの種類にかかわらずフローが大きいほど流動勾配は小さくなった。このことは、実施工における流動性を評価する特性値としてフローが適していることを示している。フローが60～70cmでは、流動勾配が大幅に小さくなり、トレミーから1.3m離れた鉄筋位置においても流動障害による打上り面の段差は生じなかった。流動距離とコア圧縮強度の関係を図-5に示す。また、流動勾配とコア圧縮強度の均等性指数²⁾の関係を図-6に示す。ここで、均等性指数 I_h とは、圧縮強度の均等性を表わす一つの指標として考えたものであり、トレミー位置での平均強度 σ_t とトレミーから1.4 m離れた位置での平均強度 σ_e の比で表わされる。図に示すように、No. 2を除いて、流動勾配を小さくするほど打込んだコンクリートの均等性指数は大きくなり、すなわち圧縮強度の低下は少なくなった。No. 2では均等性指数は大きかったが、鉄筋通過部でコアが8箇所折れており、全体的な品質はかなり低下していたものと考えられる。

以上の結果より、打込んだコンクリートを均等質にするにはフローを50～70cm程度に管理することがよいものと推察される。また、セメントについては、BBの方がFBBよりも凝結硬化速度が速いこと及び別途試験を行った温度上昇特性があまり変わらないことから、BBの方が実施工に適しているものと考えられる。

4. おわりに

配合実験の結果、セメントに低発熱型高炉セメントB種（BB）を用いてスランプフローを60cm程度に高流動したコンクリートが、広範囲にトレミーによって打込むコンクリートとして適していることが分った。

（参考文献）

1) 磯賀, 福井, 平岡: 東京湾横断道路川崎人工島連続地中壁実験概要, 土木施工, 1989, 9.

2) 大友, 坂田: 高品質地中連続壁コンクリート工法の開発—流動性及び分離抵抗性からみた適正な配合に関する実験研究—, 鹿島建設技術研究所年報第35号, 1987

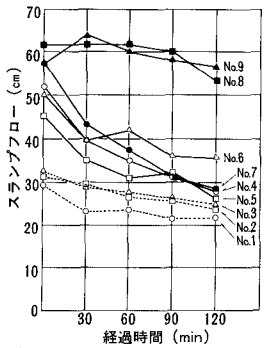


図-2 フローの経時変化

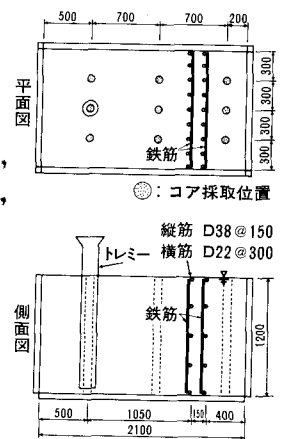


図-3 試験体

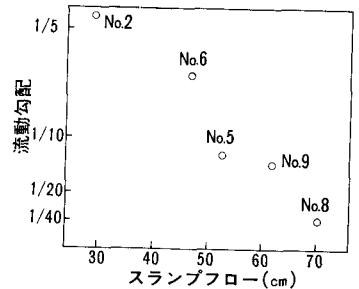


図-4 フローと流動勾配の関係

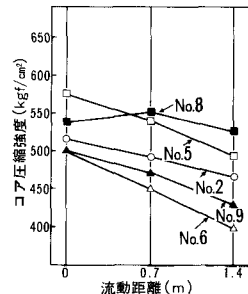


図-5 流動距離とコア強度の関係

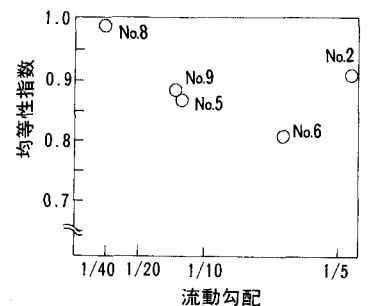


図-6 流動勾配と均等性指数の関係